



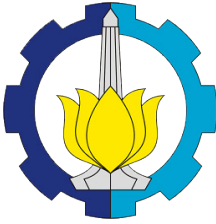
TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 095501

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN FOREST MANSION SURABAYA

INDRA WAHYUDIN
NRP : 3109 030 141

Dosen Pembimbing
Ir. Choirul Anwar
NIP. 19520114 198803 1 001

JURUSAN DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 095501

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN FOREST MANSION SURABAYA

**INDRA WAHYUDIN
NRP : 3109 030 141**

**Dosen Pembimbing
Ir. Choirul Anwar
NIP. 19520114 198803 1 001**

**JURUSAN DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL TASK OF APPLIED - RC 095501

PLANNING OF DRAINAGE IN REGENCY FOREST MANSION SURABAYA

INDRA WAHYUDIN
NRP : 3109 030 141

Lecture Advisor
Ir. Choirul Anwar
NIP : 19520114.198803.1.001

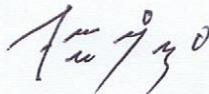
DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Faculty of civil engineering and planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN FOREST MANSION SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Bidang Studi Bangunan Air
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :
Mahasiswa



INDRA WAHYUDIN
NRP 3109.030.141

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Ir. Choirul Anwar
NIP. 19520114 198803 1 001

SURABAYA, JANUARI 2015

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN FOREST MANSION SURABAYA

Nama Mahasiswa : Indra Wahyudin
NRP : 3109.030.141
Jurusan : D III Teknik Sipil FTSP - ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Choirul Anwar.

Abstrak

Sesuai dengan Konsep *Green Drainage* yang dicanangkan Pemkot Surabaya berdasarkan PP no 26 tahun 2008, maka disetiap perumahan dianjurkan untuk membuat kolam tampungan sementara agar selain menambah persediaan cadangan air tanah, adanya kolam tampungan dapat meminimalisir permasalahan yang umumnya terjadi hilir saluran drainase. Perumahan *Forest Mansion* terletak di Kelurahan Lidah Wetan Kecamatan Lakarsantri Surabaya. Kawasan perumahan *Forest Mansion* untuk saat ini akan dibangun di atas lahan $\pm 2,29$ ha.

Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan perhitungan ulang perencanaan sistem drainase. Perumahan *Forest Mansion* dan identifikasi permasalahan maupun dampak yang mungkin terjadi akibat dibangunnya kawasan perumahan ini, sehingga nantinya akan menjadi rekomendasi dalam penanganan permasalahan sistem drainase. dengan menggunakan data curah hujan dari tahun 1994 hingga tahun 2013 dari stasiun hujan Kebon Agung. Dengan metode rasional, Sehingga didapat besarnya debit banjir di Perumahan *Forest Mansion* 103,68 m³/detik.

Kata Kunci : Drainase Perumahan, Kolam Tampungan

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

PLANNING OF DRAINAGE IN REGENCY FOREST MANSION SURABAYA

Student Name : Indra Wahyudin
Student Reg. Number : 3109.030.141
Majors : D III Civil Engineering FTSP - ITS
Supervisors : Ir. Choirul Anwar.

Abstract

Drainage system is a system created to deal with the problem of excess water that is above the ground surface and the water under the surface of the water. With the development of the urban drainage system problems is increasing. Therefore , it needs good drainage plan that the urban development is not detrimental to all parties. In accordance with the concept of Green Drainage proclaimed Surabaya City Government, then it is advisable to make every residential catchment pond while that in addition to increasing supplies of ground water reserves, catchment ponds to minimize the problems that commonly occur downstream drainage. The Forest Mansion in Lidah Wetan Lakarsantri Surabaya will be built in $\pm 2,29$ ha area.

The residential area is included in DPS Saluran Lidah Kulon drainage system that will end in Kali Makmur. The residential area elevation planning will taking account of the water face of Lidah Kulon canal so that the water will go gravitationally to the canal. Thus, the evaluation, identification of problems and effects that will happen of the building of the residential area must be done so that it will become recommendation for the handling of drainage system problems.

Key word: *Residential Drainage, Boezem Precast Concrete, Prestressed Concrete*

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun proyek akhir ini, Tak lupa shalawat serta salam yang selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para shahabatnya

Dalam penyusunan proyek akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara atas do'a dan dukungannya.
2. Bapak Ir. Sigit Darmawan, M,Engg, selaku Kepala program studi DIII Teknik Sipil – ITS.
3. Bapak Ir. Choirul Anwar selaku dosen pembimbing kami yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan proyek akhir ini.
4. Teman-teman khususnya bangunan air yang telah banyak membantu.
5. Serta semua pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian proyek akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penyusunan Proyek Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan untuk dapat mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak akan penulis terima.

Semoga kelak Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya, Amin.

Surabaya, Januari 2015

Penyusun

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

Halaman Judul **Lembar Pengesahan** **Lembar Asistensi**

Abstrak	i
Kata Pengantar	v
Daftar isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii

Bab I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi	3

Bab II Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Umum	7
2.2 Analisa Hidrologi	7
2.2.1 Analisa Data Hujan	8
2.2.2 Parameter Dasar Statistik	8
Nilai Rata-Rata.....	8
Standar Deviasi	9
Koefisien Variasi	9
Koefisien Kemencengan	10
Koefisien Kortosis.....	10
2.2.3 Analisa distribusi frekuensi.....	10
2.2.4 Perhitungan Distribusi.....	10
2.2.5 Analisa Curah Hujan Rencana	13
Metode Gambel	13
Metode Distribusi Log pearson tipe III	14
2.2.6 Uji Kecocokan	15
Uji Chi-Kuadrat	15
Uji Smirnov-Kolmogorov	17
2.2.7 Analisa Intensitas dan Waktu Hujan	19
Waktu Konsentrasi(Tc)	19

2.2.8 Koefisien Pengaliran	20
2.2.9 Analisa Debit Banjir Rasional	21
2.2.10 Perhitungan Hidrograf Nakayasu	22
Perhitungan Debit Puncak (Qp)	22
2.3 Analisa Hidrolika	25
2.3.1 Kapasitas Saluran Full Bank Capacity	25
2.3.2 Koefisien Kekasaran (n).....	26
2.3.3 Kolam Tampungan	27

Bab III Metedeologi

3.1 Persiapan	29
3.2 Pengumpulan Data	29
3.3 Survey Lapangan	30
3.4 Studi Literatur	30
3.5 Pengolahan Data	31
3.6 Sistematika Penyelesaian Masalah	31
3.7 Diagram Alir Metodologi	34

Bab IV Analisa Perencanaan

4.1 Penentuan Stasiun Hujan	35
4.2 Curah Hujan Rencana	35
4.3 Analisa Frekuensi	37
4.3.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistik	37
4.4 Perhitungan Distribusi Hujan	36
4.4.1 Metode Distribusi Gambel	36
4.4.2 Metode Distribusi Log pearson tipe III	44
4.5 Uji Kecocokan Distribusi Curah Hujan	47
4.5.1 Uji Chi-Kuadrat.....	47
4.5.2 Uji Smirnov-Kolmogorov	51
Metode Log pearson tipe III	52
Metode Gambel	54
4.6 Perhitungan Hidrograf Satuan.....	55
4.6.1 Saluran Lidah Kulon.....	58
4.7 Perhitungan Debit Hidrologi dalam Perumahan	66
4.8 Perhitungan Debit Eksisting Saluran	68
4.4 Perhitungan Kolam Tampungan	72

4.4.2 Analisa 1	72
4.4.2 Analisa 2	73
4.10 Analis Elevasi Saluran Lidah Kulon.....	74
4.11 Analis Elevasi Muka Air di Forest Mansion	74
4.11 Analis Elevasi Muka Air di Kolam Tampungan	80
4.4 Perhitungan Pintu Air	81

Bab V Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84

Daftar Pustaka

Lampiran

Biodata Penulis

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR GAMBAR

BAB I Pendahuluan

Gambar 1.1 Batas Administrasi Perumahan	3
Gambar 1.2 Lokasi perumahan Forest Mansion	4
Gambar 1.3 Letak Saluran Pematusan saat ini.....	4
Gambar 1.3 Rencana Pengguna Lahan Kota Surabaya 2015.....	5

BAB II Tinjauan Pustaka

Gambar 2.1 Letak Stasiun Hujan Kebon Agung.....	8
Gambar 2.2 Penampang Saluran Lingkaran	24

BAB III Metodeologi

Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Proyek Akhir.....	34
--	----

BAB IV Analisa Perencanaan

Gambar 4.1 Letak Stasiun Hujan Kebon Agung.....	35
Gambar 4.2 Penampang lingkaran	68
Gambar 4.3 geometri data <i>Forest Mansion</i> I, II, III, dan VI.....	75
Gambar 4.4 Penampang melintang Lidah Kulon (P.0).....	76
Gambar 4.5 Penampang melintang Lidah Kulon (P.2)	77
Gambar 4.6 Penampang melintang Lidah Kulon(P.5).....	77
Gambar 4.7 Penampang melintang Lidah Kulon (P.8).....	78
Gambar 4.8 Penampang melintang Lidah Kulon (P.11)	78

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

BAB I Pendahuluan

Tabel 4.1 Data Hujan Kebon Agung.....	36
Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik.....	38
Tabel 4.3 Hubungan reduksi variat rata-rata (Y_n)	40
Tabel 4.4 Hubungan antara deviasi standard reduksi variat	41
Tabel 4.5 Nilai Y_{TR} dan Faktor K	41
Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel	42
Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	43
Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik cara Logaritma.....	44
Tabel 4.9 Perhitungan Distribusi Hujan Log Pearson Type III ..	45
Tabel 4.10 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	46
Tabel 4.11 Pemilihan Jenis Distribusi	47
Tabel 4.12 Uji Chi-Kuadrat Metode Gumbel	49
Tabel 4.13 Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson TypeIII	50
Tabel 4.14 Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov Kolmogorov	51
Tabel 4.15 Nilai kritis Do untuk uji smirnov kolmogorov.....	52
Tabel 4.16 Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel.....	54
Tabel 4.17 Perhitungan hujan harian maksimum.....	55
Tabel 4.18 Perhitungan distribusi hujan	56
Tabel 4.19 Perhitungan curah hujan efektif	56
Tabel 4.20 Perhitungan curah hujan efektif jam-jaman	58
Tabel 4.21 Hidrograf banjir saluran <i>Lidah Kulon</i> 2 tahun.....	61
Tabel 4.22 Hidrograf banjir saluran <i>Lidah Kulon</i> 5 tahun.....	62
Tabel 4.23 Hidrograf banjir saluran <i>Lidah Kulon</i> 10tahun	63
Tabel 4.24 Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir.....	64
Tabel 4.25 Perhitungan debit rasional <i>Forest Mansion</i>	68
Tabel 4.26 Perhitungan debit eksisting saluran	70
Tabel 4.27 Perbandingan debit eksisting dan debit rasional	71
Tabel 4.28 Perhitungan Volume tampung <i>Forest Mansion</i>	73
Tabel 4.29 Analisis elevasi muka air di <i>Forest Mansion</i>	79

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya bagian barat merupakan bagian dari kota yang saat ini masih memiliki lahan yang cukup luas untuk dikembangkan menjadi permukiman penduduk pada masa depan. Menurut Rencana Tata Ruang Kota (RTRK) Kota Surabaya mengenai rencana penggunaan lahan Kota Surabaya tahun 2015, Kota Surabaya bagian barat akan berubah fungsi lahan dari yang sebelumnya berupa sawah, dan lahan kosong akan berubah menjadi lahan permukiman penduduk dan beberapa fasilitas umum lainnya.

Lahan sawah maupun tanah kosong di sebagian besar Kota Surabaya bagian barat saat ini, dapat menampung air hujan secara maksimal atau dengan kata lain limpasan air hujan di saat musim hujan tidak memberikan dampak yang signifikan bagi daerah tersebut. Dengan adanya perubahan fungsi lahan seperti pembangunan kawasan perumahan dan, maka koefisien pengaliran lahan akan semakin meningkat dikarenakan fungsi penyerapan lahan semakin kecil dan akibatnya aliran air yang mengalir di permukaan semakin besar.

Banyaknya sawah maupun lahan kosong merupakan peluang bagi pihak swasta untuk membangun banyak hunian, salah satunya adalah perumahan the Forest Mansion yang akan didirikan di Kelurahan Lidah Wetan Kecamatan Lakarsantri. Secara geografis lokasi perumahan terletak pada topografi yang mendukung aliran air untuk mengalir pada saluran Lidah Kulon yang bermuara pada Kali Makmur.

Kawasan perumahan the Forest Mansion untuk saat ini akan dibangun di atas lahan $\pm 2,29$ ha. Kawasan perumahan ini termasuk didalam sistem drainase DPS Saluran Lidah Kulon yang bermuara di Kali Makmur. Perencanaan elevasi lahan kawasan perumahan sedapat mungkin mengacu dari

muka air saluran Saluran Lidah Kulon agar pengaliran air dari kawasan perumahan dapat secara gravitasi menuju saluran Saluran Lidah Kulon yang diteruskan menuju Kali Makmur.

Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi sistem drainase dan identifikasi permasalahan maupun dampak yang mungkin terjadi akibat dibangunnya kawasan perumahan ini, sehingga nantinya akan menjadi rekomendasi dalam penanganan permasalahan sistem drainase.

1.2 Perumusan Masalah

Ada beberapa pokok permasalahan dalam penanggulangan banjir, antara lain:

1. Berapakah besarnya debit hujan perumahan Forest Mansion yang masuk kedalam saluran lidah kulon?
2. Berapakah debit kapasitas saluran eksisting perumahan Forest Mansion?
3. Berapa volume yang ditampung dan berapa luas kolam tampungan di kawasan perumahan Forest Mansion ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari perhitungan perencanaan drainase perumahan Forest Mansion antara lain :

1. Mengetahui besarnya debit hujan perumahan Forest Mansion yang masuk kedalam saluran lidah kulon.
2. Mengetahui besarnya debit kapasitas saluran eksisting perumahan Forest Mansion.
3. Menghitung volume debit yang ditampung dan menghitung luas kolam tampungan kawasan perumahan Forest Mansion.

1.4 Batasan Masalah

1. Lingkup wilayah penelitian
Menganalisa sistem drainase di kawasan perumahan Forest Mansion.
2. Lingkup Materi Penelitian

- a. Melakukan evaluasi sistem drainase eksisting perumahan Forest Mansion.
- b. Perhitungan analisa hidrologi.
- c. Tidak membahas teknik pelaksanaan dan Rencana Anggaran Biaya.
- d. Pola dan analisis hanya meninjau dari aspek hidrologi dan hidrolika.
- e. Tidak menghitung rembesan air tanah terhadap saluran.
- f. Tidak menghitung air limbah penduduk
- g. Tidak menghitung pengaruh aliran balik (*backwater*) akibat pasang surut air laut.

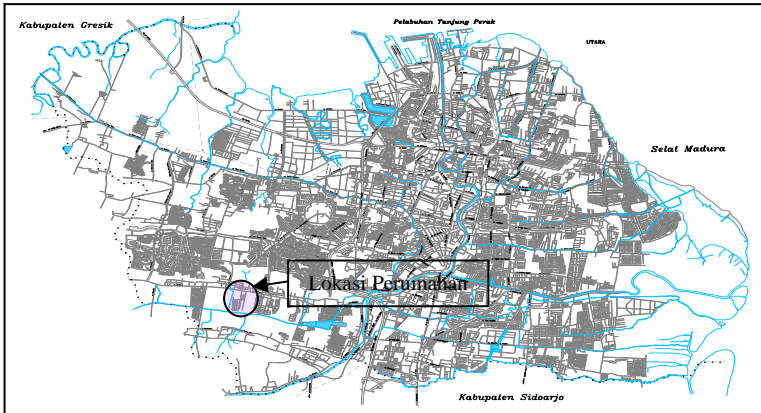
1.5 Lokasi Studi



Gambar 1.1 Batas administrasi perumahan

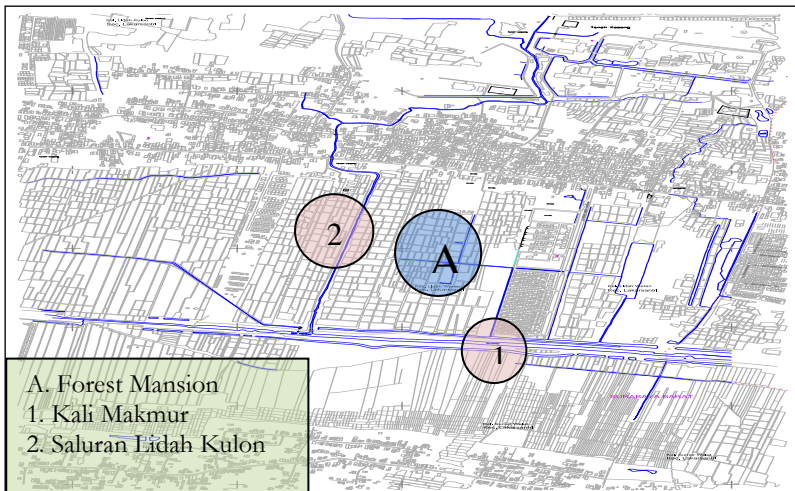
Gambar 1.1 menunjukkan batas administrasi pembangunan kawasan perumahan Forest Mansion berbatasan dengan:

- Sebelah barat : Kelurahan Lidah Kulon
- Sebelah timur : Kelurahan Babadan
- Sebelah selatan : Kelurahan Bangkingan dan Sumur Welut
- Sebelah utara : Kelurahan Lontar



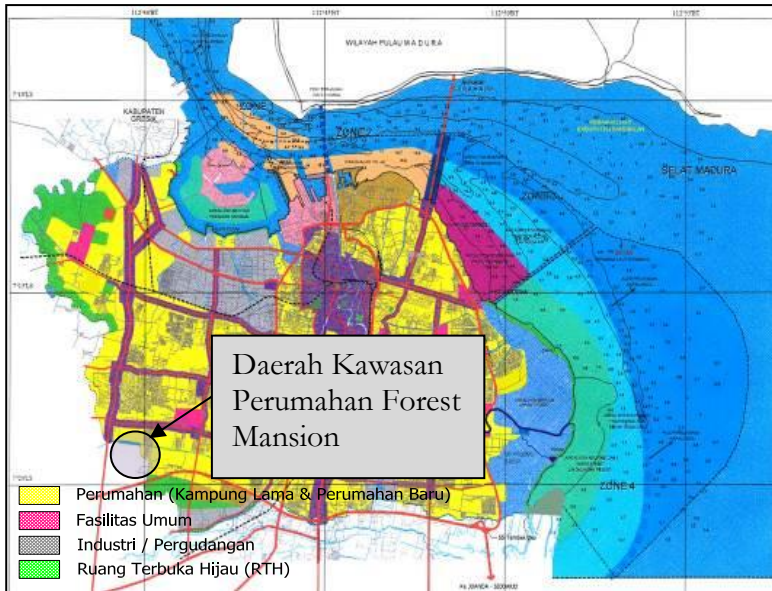
Gambar 1.2 Lokasi perumahan Forest Mansion

Gambar 1.2 menunjukkan lokasi pembangunan perumahan Forest Mansion.



Gambar 1.3 Letak Saluran Pematusan saat ini

Gambar 1.4 menunjukkan system pematusan dari Kali Makmur dimana salah satunya sub system adalah saluran Lidah Kulon.



Gambar 1.4 Rencana Pengguna Lahan Kota Surabaya 2015

. Gambar 1.4 menunjukkan penggunaan lahan berdasarkan rencana teknik ruang Kota (RTRK) Kota Surabaya di sekitar kawasan perumahan saat ini akan berubah menjadi perumahan, baik perumahan yang lama maupun yang baru.

、

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DEFINISI UMUM

Drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengalirkan. Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama. Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan.

2.2 ANALISA HIDROLOGI

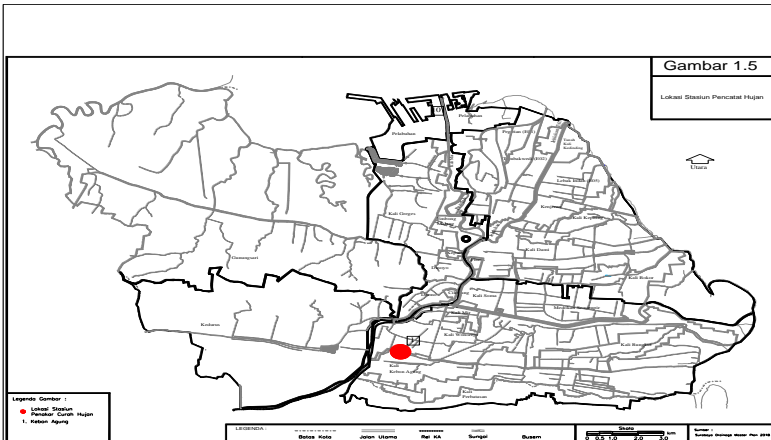
Analisis hidrologi merupakan analisis awal dalam perencanaan sistem drainase untuk mengetahui besarnya debit yang ada pada saluran. Sehingga dapat merencanakan dimensi saluran yang mampu mengalirkan debit. Besar debit yang di pakai sebagai dasar perencanaan adalah debit rencana yang di dapat dari debit hujan rencana pada periode ulang tertentu.

Debit banjir rencana pada periode ulang tertentu tidak boleh lebih besar dari debit saluran eksisting yang ada di lapangan untuk menghindari luapan air yang dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan akibat adanya banjir yang lebih besar dari debit rencana.

2.2.1 Analisa Data Hujan

Pengukuran curah hujan yang dilakukan dengan cara manual yaitu dengan alat ukur biasa maupun dengan alat ukur hujan otomatis digunakan hanya untuk memperoleh data hujan yang terjadi hanya pada satu tempat saja. Akan tetapi dalam analisis umumnya yang diinginkan adalah data hujan rata-rata DAS (*Catchment rainfall*). Dalam pengambilan stasiun hujan, untuk kawasan perumahan Forest Mansion menggunakan stasiun

hujan Kebon Agung, yang mencakup keseluruhan dari kawasan perumahan tersebut



Gambar 2.1 Letak Stasiun Hujan Kebon Agung

2.2.2 Parameter Dasar Statistik

• Nilai Rata-Rata

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari penakaran pada penakar hujan dalam area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

\bar{X} = Nilai rata-rata
 X_i = Nilai varian ke-i
 n = Jumlah data
(Triatmodjo.2010:203)

- **Standard Deviasi**

Berikut rumus standard deviasi yang sering digunakan :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

s = Standard deviasi

n = Jumlah data

X_i = Nilai varian ke-i

\bar{X} = Nilai rata-rata

(Triatmodjo.2010:204)

- **Koefisien Variasi**

Koefisien varian atau koefisien variasi merupakan nilai perbandingan antara standard deviasi dan nilai rata-rata, yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien variasi

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

(Triatmodjo.2010:205)

- **Koefisien Kemencengan**

Koefisien kemencengan merupakan suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi, yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Cs = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien kemencengan

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

- **Koefisien Kurtosis**

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Rumusnya :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

Ck = Koefisien kurtosis

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

(Triatmodjo.2010:206)

2.2.3 Analisa Distribusi Frekuensi

Analisa distribusi frekuensi adalah analisa mengenai pengulangan suatu kejadian untuk menetapkan besar nya hujan atau debit periode ulang tertentu atau dengan kata lain sebelum menentukan distribusi yang akan di gunakan dalam menghitung hujan rencana maka perlu di lakukan analisa frekuensi.

Pada perhitungan perencanaan drainase perumahan Pantai Mentari menggunakan cara distribusi pearson tipe III. Penganalisaan ini di lakukan untuk memperkirakan besarnya tinggi hujan rencana dengan periode ulang yang sudah di tentukan.

2.2.4 Perhitungan Distribusi

Sebelum memilih distribusi probabilitas yang akan dipakai, dilakukan perhitungan analisa terlebih dahulu terhadap data yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik, didapatkan hasil C_s . Distribusi person tipe III dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + K.Sd$$

Dimana:

X = Logaritma curah hujan untuk periode tertentu

\bar{X} = Harga rata-rata dari data

Sd= Standar Deviasi

K =Fungsi dari sifat distribusi person tipe III yang didapat dari tabel fungsi Cs dan probabilitas kejadian.

(Soewarno 1995 hal 116)

Tabel 2.1 menunjukan nilai fungsi dari sifat distribusi person tipe III yang didapat dari tabel fungsi Cs dan probabilitas kejadian.

Tabel 2.1 Nilai K distribusi person tipe III

kemencengan	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395

(Soewarno. 1995:219)

Tabel 2.1 Nilai K distribusi person type III (Lanjutan)

kemencengan	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.185
0.4	-0.066	0.816	1.137	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.382	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.236	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.190	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

(Soewarno. 1995:219)

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Seperti terlihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Karakteristik Distribusi Frekuensi

No	Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi	
		Cs	Ck
1	Normal	0	3
2	Log Normal	0	>3
3	Gumbel	1,14	5,4
4	Pearson Type III	Fleksibel	Fleksibel
5	Log Pearson Type III	Selain dari nilai diatas	

(Triatmodjo.2010:250)

2.2.5 Analisa Curah Hujan Rencana

Dalam perhitungan curah hujan rencana dapat digunakan analisa frekuensi. Untuk menghitung analisa frekuensi digunakan metode :

- **Metode Gumbel**

$$X = \bar{X} + sK \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

\bar{X} = harga rata-rata sampel

s = Standar deviasi

Faktor probabilitas K untuk harga –harga ekstrem Gumbel dapat digunakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

Y_n = *reduced mean*

S_n = *reduced standard deviation*

Y_{Tr} = *reduced variate*

$$Y_{Tr} = -\ln\{-\ln \frac{Tr}{Tr-1}\} \dots \dots \dots (2.8)$$

(Suripin.2003:51)

• Metode Distribusi Log Pearson Type III

Salah satu distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log Pearson Type III. Tiga parameter penting dalam Log Pearson Type III diantaranya :

- Harga rata-rata
- Simpangan baku
- Koefisien kemencengan (*skewness*)

Adapun langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- Hitung harga rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.9)$$

- Hitung harga simpangan baku :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.10)$$

- Hitung koefisien kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \log X_i - \log \bar{X}^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.11)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s \dots\dots\dots (2.12)$$

- Hitung koefisien variasi :

$$Cv = \frac{s}{\log X_i} \dots\dots\dots (2.13)$$

keterangan :

- $\log \bar{X}$ = Harga rata-rata dari logaritma data hujan
- $\log X_T$ = Logaritma hujan rencana untuk T tahun
- S = Deviasi standar
- C = Koefisien kemencengan
- K = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan Cs

2.2.6 Uji Kecocokan

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Dalam menentukan kesesuaian distribusi frekuensi pada perhitungan statistik hidrologi sering diterapkan dua cara pengujian yaitu :

- 1) Chi-Kuadrat
- 2) Smirnov-Kolmogorov

Apabila dari pengujian terhadap distribusi frekuensi bisa sesuai parameter uji keduanya maka perumusan persamaan tersebut dapat diterima.

- **Uji Chi-Kuadrat**

Uji distribusi data curah hujan yang dianggap paling mudah perhitungannya untuk menguji peluang curah hujan adalah metode chi kuadrat tes (*Chi Square Test*). Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data analisis.

Uji Chi-Kuadrat menggunakan nilai χ^2 yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\chi^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots(2.14)$$

dengan:

χ^2 = nilai Chi-Kuadrat terhitung

Ef = frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = jumlah sub kelompok dalam satu grup

Prosedur uji Chi-Kuadrat antara lain:

1. Urutkan data pengamatan dari yang terbesar ke terkecil atau sebaliknya

2. Kelompokkan data menjadi G sub-grup minimal 4 data pengamatan.

Rumus untuk menentukan banyaknya kelas, yaitu:

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

Dimana:

K = Banyaknya kelas

n = Banyaknya data

3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap sub-grup
Jumlah data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
4. Tiap-tiap grup hitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $(O_i - E_i)^2 / E_i$
5. Jumlahkan seluruh G sub grup nilai $(O_i - E_i)^2 / E_i$ untuk menentukan nilai chi kuadrat hitung
6. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai $R = 1$, untuk distribusi poisson). Tabel 2.3 menunjukkan nilai kritis untuk uji chi kuadrat.

Tabel 2.3 Nilai kritis untuk uji chi kuadrat

dk	α derajat kepercayaan					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635
2	1.366	2.408	3.219	4.605	5.991	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.056	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.686	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.309
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217
13	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	27.688
14	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141
15	14.339	17.332	19.311	22.307	24.996	30.578

Interprestasi hasilnya adalah:

- Apabila peluang lebih besar dari 5 % maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- Apabila peluang berada diantara 1% sampai 5%, maka perlu penambahan data.

• Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$F(X) = \frac{m}{n+1} \quad P(X) = 1 - P(X)$$

Dimana :

$P(X)$ = Peluang.

m = Nomor Urut Kejadian .

n = Jumlah Data.

2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{R - \bar{R}}{Sd} \quad P(X) \text{ dan } P(X <)$$

Dimana :

$F(t)$ = Distribusi normal standart.

R = Curah hujan.

\bar{R} = Curah hujan rata – rata.

$P'(X_m)$ = Peluang teoritis yang terjadi

pada nomer ke-m yang di dapatkan dari tabel.

3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

D = maksimum $(P(X_n) - P'(X_n))$

Berdasarkan tabel nilai kritis (*smirnov-kolmogorov test*) tentukan harga D_0 dari tabel 2.5

4) Berdasarkan nilai kritis *Smirnov Kolmogorof test* tentukan harga D_0 .

5) Apabila $D_{max} < D_0$ maka distribusi teoritis yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat di terima, namun apabila sebaliknya $D_{max} > D_0$ maka distribusi teoritis yang di gunakan untuk menentukan persamaan tidak dapat diterima. Pada tabel 2.4 menunjukan nilai kritis D_0 untuk uji Semirnov-Kolmogorov untuk menentukan persamaan distibusi.

Tabel 2.4 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	<u>1,07</u>	<u>1,22</u>	<u>1,36</u>	<u>1,63</u>
	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$

2.2.7 Analisa Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Mononobe menuliskan perumusan intensitas untuk hujan harian sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana:

I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

(Suripin.2003:68)

- Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang di butuhkan air untuk mengalir ke saluran dari titik terjauh suatu lahan Waktu konsentrasi, dapat di hitung dengan rumus:

$$t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots (2.16)$$

$$t_o = 0.83 \left(\frac{n_d \cdot 3,2808 I_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,467} \dots\dots\dots (2.17)$$

keterangan :

t_c = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dipermukaan (jam)

t_o = Waktu konsentrasi (jam)

t_f = Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir (jam)

L_o = Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai mencapai inlet atau tempat pengamatan banjir atau jarak titik terjauh pada lahan terhadap saluran (m)

S_o = Kemiringan rata-rata dari daerah aliran atau kemiringan lahan atau perbandingan dari selisih tinggi antar tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap panjang jaraknya $\left(\frac{\Delta h}{L} \right)$

- Waktu pengaliran saluran (t_f)

$$t_f = \frac{Ls}{V} \dots\dots\dots(2.18)$$

keterangan :

Ls = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan rata-rata saluran (m/det)

(Nugroho.2011:156)

Dimana:

L = Jarak titik terjauh lahan terhadap saluran yang di tinjau (m)

I = Kemiringan rata-rata lahan terhadap saluran yang di tinjau (m)

2.2.8 Koefisien Pengaliran (C)

Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan koefisien C tinggi, sebab infiltrasi dan kehilangan air lainnya hanya berpengaruh kecil pada limpasan. Koefisien C untuk suatu wilayah pemukiman dimana jenis permukaannya lebih dari satu macam, Tabel 2.5 menunjukkan harga koefisien pengaliran C.

Tabel 2.5 Harga Koefisien Pengaliran (C)

No.	Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran
1	Jalan beton dan aspal	0.70 - 0.95
2	Jalan Kerikil dan Jalan	0.40 – 0.70
3	Bahu Jalan	
	Tanah Berbutir Halus	0.40 – 0.65
	Tanah Berbutir Kasar	0.10 – 0.20
	Batuan Masif Keras	0.70 – 0.85
	Batuan Masif Lunak	0.60 – 0.75
4	Jalan Aspal	0.70 – 0.95
5	Jalan Beton	0.80 – 0.95
6	Jalan paving	0.75 – 0.95
7	Daerah Perkotaan	0.70 – 0.95

Tabel 2.5 Harga Koefisien Pengaliran (C) Lanjutan

No.	Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran
8	Daerah pinggir kota	0.60 – 0.75
9	Daerah Industri	0.60 – 0.90
10	Permukiman Padat	0.40 – 0.60
11	Permukiman tidak padat	0.40 – 0.60
12	Taman dan Kebun	0.20 – 0.40
13	Persawahan	0.45 – 0.60
14	Perbukitan	0.70 – 0.80
15	Pegunungan	0.75 – 0.90
16	Lahan Kosong/terlantar	0.10 – 0.30

2.2.9 Analisa Debit Rasional

Dimensi saluran didesain berdasarkan besarnya debit air hujan yang akan dialirkan. Rumus Rasional :

$$Q = 0,278 C.I.A \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaanlahan, yang nilainya diberikan dalam tabel 2.5.

2.2.10 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintesis dengan menggunakan Metode Nakayasu

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran; sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain.

Pada tahun 1932, Sherman mengenalkan konsep hidograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Metode ini relatif sederhana, mudah penyerapannya, tidak memerlukan data yang kompleks dan memberikan hasil rancangan yang cukup teliti. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik kontrol. Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut ini.

1. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih adalah hujan dengan durasi singkat.
2. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena itu sulit untuk

mendapatkan hujan yang merata di seluruh DAS. Penggunaan pada DAS yang sangat luas dapat dilakukan dengan cara membagi DAS menjadi sejumlah sub DAS, dan pada setiap sub DAS dilakukan analisis hidrograf satuan.

Dari data hujan dan hidrograf limpasan langsung yang tercatat setiap interval waktu tertentu (misalnya tiap jam), selanjutnya dilakukan pemilihan data untuk analisis tahap selanjutnya. Untuk penurunan hidrograf satuan, dipilih kasus banjir dan hujan penyebab banjir dengan kriteria berikut ini.

1. Hidrograf banjir berpuncak tunggal, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis.
2. Hujan penyebab banjir terjadi merata diseluruh DAS, hal ini dipilih untuk memenuhi kriteria teori hidrograf satuan.
3. Dipilih kasus banjir dengan debit yang memiliki puncak yang relatif cukup besar.

Berdasarkan kriteria tersebut, maka akan terdapat beberapa kasus banjir. Untuk masing-masing kasus banjir diturunkan hidrograf satuannya. Hidrograf satuan yang dianggap dapat mewakili DAS yang ditinjau adalah hidrograf satuan rerata yang diperoleh dari beberapa kasus banjir tersebut.

Di daerah dimana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuatlah hidrograf satuan sintesis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Metode Nakayasu adalah salah satu dari beberapa metode yang biasa digunakan dalam perhitungan hidrograf satuan sintesis ini. Hidrograf satuan sintesis Nakayasu dikembangkan berdasar pada beberapa sungai di Jepang (*Soemarto, 1987*)

▪ **Perhitungan Debit Puncak (Q_p)**

Untuk daerah aliran sungai (DAS) lebih dari 150 ha, SDMP (*Surabaya Master Plan Drainage*) menyarankan untuk menggunakan rumus hirograf nakayasu. Seperti halnya DAS Saluran Lidah Kulon dengan luas ± 300 ha, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times \left(\frac{A \times R_e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

Dimana:

Q_p = Debit puncak banjir ($m^3/detik$)

A = Luas DAS (km^2)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30% dari debit puncak (jam)

R_e = Hujan Satuan (1 mm)
(Triatmodjo 2009:183)

Untuk mendapatkan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan rumus empiris:

$t_g = 0.4 + 0.058L$ Untuk $L > 15$ km

$t_g = 0,21 L^{0,7}$ Untuk $L < 15$ km

$T_p = t_g + 0.8 t_r$

$T_{0,3} = \alpha t_g$

Dimana:

L = Panjang sungai utama (km)

t_g = Waktu konsentrasi (jam)

t_r = Satuan waktu curah hujan (jam)

α = Koefisien karakteristik DAS

(Triadmojo 2009:184)

Untuk mencari besarnya koefisien karakteristik

DAS(α)digunakan:

$\alpha = 2$ Untuk daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1.5$ Untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat

$\alpha = 3$ Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat.

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

- b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

- c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

- d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

(Triadmojo, 2009: 185)

2.3 ANALISA HIDROLIKA

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisa ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran baik saluran berpenampang persegi maupun trapezium dan analisa perencanaan saluran.

2.3.1 Kapasitas Saluran (*Fullbank Capacity*)

Kapasitas saluran adalah besarnya debit maksimum yang mampu di lewatkan oleh suatu penampang saluran sepanjang saluran tersebut. Kapasitas saluran ini digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang terjadi dapat di tamping oleh saluran pada kondisi eksisting tanpa terjadi luapan air” (Anggrahini, 1996).

Kapasitas saluran dapat dihitung dengan rumus:

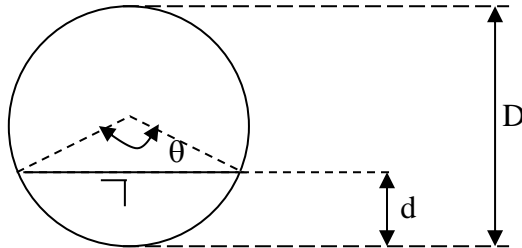
$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana :

- Q = Debit yang terjadi (m^3/dt)
 R = Jari-jari hidrolis (m)
 n = Koefisien kekasaran Manning
 A = Luas penampang (m^2)
 I = Kemiringan saluran

Pada kawasan perumahan Forest Mansion menggunakan saluran dengan penampang lingkaran. Hal ini dipertimbangkan dari segi keterbatasan lahan untuk jaringan drainase di kota-kota besar. Selain itu dari segi estetika dan segi keamanannya, penampang lingkaran lebih efisien.



Gambar 2.2 Penampang saluran lingkaran

Rumus yang digunakan yaitu:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \frac{1}{2}$$

$$P = \pi \times D \times \frac{1}{2}$$

$$R = A/P$$

2.3.2 Koefisien Kekasaran (n)

Koefisien kekasaran ditentukan oleh bahan/material saluran. Untuk saluran yang terlalu besar kedalamannya umumnya diasumsikan harga koefisien kekasarannya tetap. Tabel 2.6 menunjukkan harga minimum, normal dan maksimum Koefisien kekasaran manning.

Tabel 2.6 Koefisien kekasaran manning

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	• Berumpur pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,030
	• Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	• Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukar	0,035	0,050	0,07

2.3.3 Kolam Tampungan

Kolam tampungan mempunyai fungsi untuk menampung air sementara di dalam kawasan perumahan serta mengatur pembuangannya. Dengan adanya kolam tampungan, maka akan mengurangi masalah pembuangan air di daerah hilir. Maka perlu dibantu dengan pintu air, dan pompa.

Pintu air dibuka saat muka air saluran di luar kawasan perumahan lebih rendah dan ditutup untuk menahan masuknya air banjir ke saluran drainase. Pompa air difungsikan bila pengaliran secara gravitasi tidak memungkinkan dan tidak perlu menunggu sampai permukaan air di hilir surut.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III METODOLOGI

3.1 PERSIAPAN

Tahap persiapan sangat penting karena dengan persiapan yang matang, dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya. Pada tahap ini, kami menyusun kerangka proyek akhir (proposals) dan mengurus surat – surat administrasi demi kelengkapan proyek akhir ini.

3.2 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan untuk membantu jalannya studi. Data yang dikumpulkan didapat dari data instansi terkait, antara lain:

1. Data Koefisien Pengaliran

Data tata guna lahan diperoleh dari Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018 yang digunakan Pemerintah Kota Surabaya. Peta tata guna lahan digunakan untuk menentukan besarnya koefisien pengaliran (C) dalam analisa hidrologi serta lamanya curah hujan rata – rata Kota Surabaya.

2. Peta Lokasi dan Sistem Drainase

Peta lokasi perumahan diperoleh dari developer perumahan yang sudah membuat grand design sistem drainase kawasan perumahan. Sedangkan untuk diluar perumahan peta Sistem drainase diperoleh dari *Surabaya Drainage Master Plan 2018*.

3. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Dinar Pengairan Buntung Paketingan Surabaya. Data curah dibutuhkan untuk menghitung tinggi hujan rencana, serta intensitas hujan rencana dalam analisa hidrologi.

3.3 STUDI LAPANGAN

Tahap ini dimaksudkan agar dapat mengetahui secara langsung lokasi studi. Pengamatan di lapangan berguna untuk mengetahui kondisi eksisting sehingga dapat dilakukan perhitungan. Beberapa data yang didapat pada saat studi lapangan antara lain:

1. Dimensi Saluran
Studi dimensi saluran secara langsung ke lapangan dimaksudkan untuk melakukan perhitungan *fullbank capacity*.
2. Arah Aliran
Studi arah aliran saluran eksisting dilakukan untuk mencocokkan dengan peta daerah pematasan agar dapat mengetahui tujuan arah aliran.
3. Pendataan Lokasi Saluran Buangan
Pendataan lokasi saluran buangan dari dalam perumahan keluar dimaksudkan agar dapat memperhitungkan kapan air dibuang keluar perumahan kapan air ditahan dalam boezem.

3.4 STUDI LITERATUR

Kelengkapan studi literatur sangat dibutuhkan untuk mendukung kelancaran dalam mengerjakan proyek akhir ini. Dalam proyek akhir ini, literatur literatur yang kami gunakan antara lain:

- Modul Kuliah Drainase
- Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data
- Hidrologi Terapan
- *Surabaya Drainage Master Plan*
- Drainase perkotaan

3.5 PENGOLAHAN DATA

Data yang telah diperoleh selanjutnya dikelompokkan dalam suatu susunan yang berupa tabel, grafik, dan gambar. Data yang berupa tabel dan numerik dipindahkan kedalam tabel kerja untuk memudahkan pengerjaan proyek akhir.

3.6 SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH

Penyusunan langkah – langkah yang dilakukan untuk mendesain sistem drainase meliputi:

1. Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata

Perhitungan curah hujan rata – rata dengan cara menghitung rata-rata hujan maksimum tahunan dari tahun 1994 sampai 2013 yang didapat dari stasiun hujan Larangan.

2. Distribusi Frekuensi

Dari data curah hujan maksimum, kita dapat memperkirakan hujan rencana untuk masing – masing periode waktu.

3. Uji Kecocokan Distribusi

Menurut Sri Harto, 1991 ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu

- **Uji Chi Kuadrat**

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat dipakai dengan baik oleh distribusi teoritis.

- **Uji Smirnov – Kolmogorov**

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk setiap data distribusi teoritis dan empiris.

4. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran ini sangat dipengaruhi oleh kondisi eksisting lahan. Dalam proyek akhir ini,

menggunakan koefisien $C = 0,85$ dengan asumsi daerah perkotaan.

5. Perhitungan Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana meliputi analisa waktu konsentrasi, perhitungan pengaliran awal dan perhitungan run off. Sehingga dapat menentukan besarnya waktu yang dibutuhkan suatu wilayah untuk dapat mengalirkan air dari titik hujan terjauh ke saluran yang di tinjau.

6. Analisa Hidrograf Satuan

Analisa hidrograf satuan dibutuhkan untuk mengetahui waktu dan debit puncak suatu saluran. Disini kami menggunakan metode nakayasu.

7. Analisa Intensitas Hujan

Setelah didapatkan frekuensi kejadian hujan dan waktu curah hujan maka penganalisaan intensitas hujan dapat dilakukan. Rumus-rumus yang berhubungan dengan intensitas hujan.

8. Analisa Debit Hidrologi

Setelah mendapatkan hasil hidrogaf, maka selanjutnya menghitung debit di dalam perumahan.

9. Analisa Kapasitas Saluran

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem drainase kawasan perumahan dalam menampung debit yang ada.

10. Perbandingan Debit eksisting saluran dengan Debit rasional

Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya debit eksisting kawasan dengan debit rasional. Untuk merencanakan dimensi, besar debit eksisting saluran harus lebih besar dari debit rasional. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa saluran aman dan tidak banjir.

11. Analisa Perencanaan Saluran dan Debit Rencana

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase sebagai dasar untuk merencanakan debit banjir pada suatu kawasan kemudian dibandingkan antara debit yang mengalir dan debit yang mampu ditampung. Jika debit saluran tidak dapat menampung debit limpasan, maka akan dilakukan *kolam tampungan* sehingga aman dari banjir.

12. Perencanaan Dimensi Tampungan/Boezem

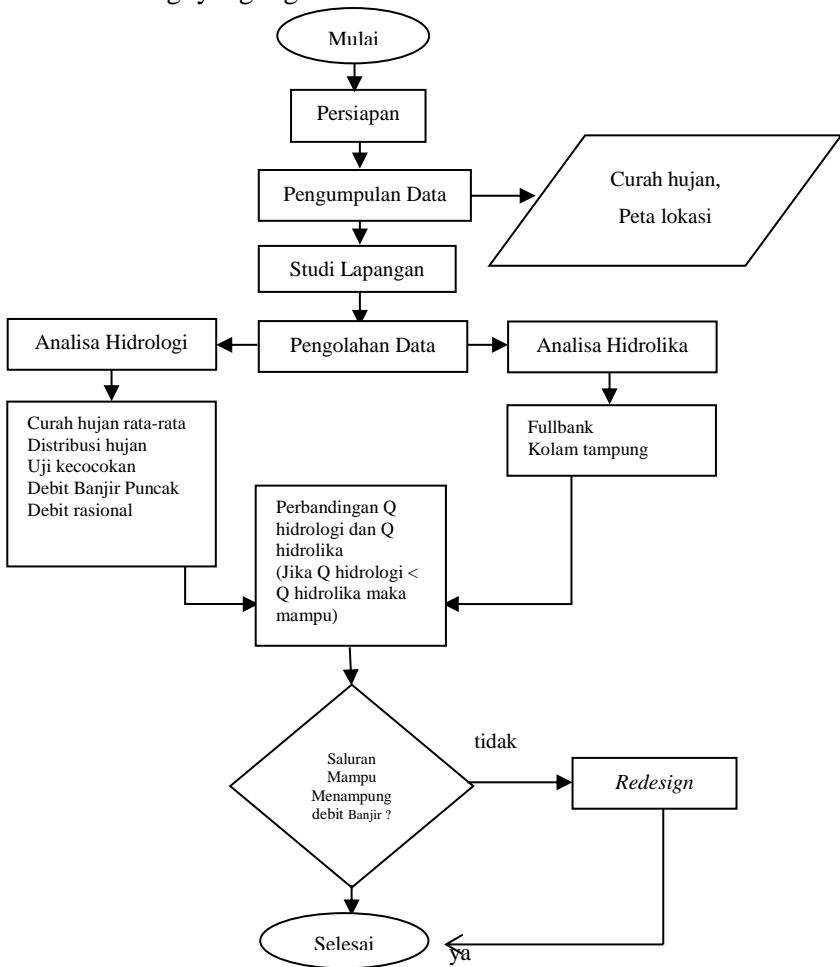
Setelah menghitung keseluruhan debit yang mengalir dalam kawasan, maka dibutuhkan boezem untuk penampungan sementara air limpasan. Sehingga dapat mengatur kapan air limpasan dibuang keluar perumahan, kapan air ditampung dalam rentang waktu tertentu kemudian dibuang setelah debit diluar kawasan turun.

13. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini kesimpulan dan saran berisi jawaban atas permasalahan dan menjadi solusi baik jangka pendek, menengah maupun jangka panjang.

3.7 DIAGRAM ALIR METODOLOGI

Diagram alir metodologi merupakan langkah - langkah dalam penyelesaian masalah yang akan dikaji. Berikut Diagram Alir Metodologi yang digunakan:

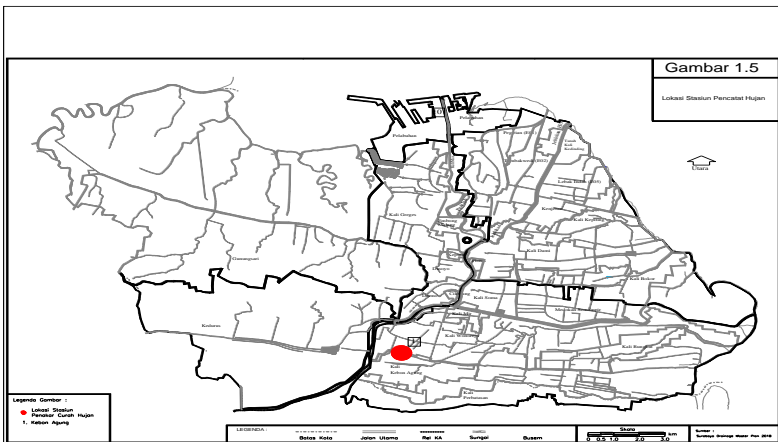


Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Proyek Akhir

BAB IV ANALISA PERENCANAAN

4.1 PENENTUAN STASIUN HUJAN

Untuk menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi studi, menggunakan cara manual yaitu dengan alat ukur biasa maupun dengan alat ukur hujan otomatis digunakan hanya untuk memperoleh data hujan yang terjadi hanya pada satu tempat saja. Akan tetapi dalam analisis umumnya yang diinginkan adalah data hujan rata-rata DAS (*Catchment rainfall*). Dalam pengambilan stasiun hujan, untuk kawasan perumahan Forest Mansion menggunakan stasiun hujan Kebon Agung, yang mencakup keseluruhan dari kawasan perumahan tersebut



Gambar 4.1 Letak Stasiun Hujan Kebon Agung

4.2 CURAH HUJAN RENCANA

Perhitungan analisa hidrologi membutuhkan data curah hujan harian maksimum yang dapat di ambil dari stasiun pengamat curah hujan .Data curah hujan didapat dari satu stasiun pencatat hujan yang berpengaruh yaitu stasiun Hujan Kebon Agung. Data curah hujan harian maksimum tahunan yang ada

mulai dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2013. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat di lihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Data Hujan Kebon Agung Kecamatan Laskarsantri

No	Tahun	Curah Hujan Harian
		Maksimum (mm)
1	1994	97
2	1995	115
3	1996	72
4	1997	87
5	1998	80
6	1999	110
7	2000	110
8	2001	117
9	2002	105
10	2003	75
11	2004	92
12	2005	105
13	2006	98
14	2007	100
15	2008	85
16	2009	76
17	2010	109
18	2011	97
19	2012	70
20	2013	87

(Buntung pekantingan.2014)

Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode rencana yang di tentukan. Dalam analisis ini sesuai dengan kriteria klasifikasi saluran dan luasan daerah tangkapan di tentukan periode ulang rencana.

Periode ulang rencana ini akan menunjukan tingkat layanan dari sistem drainase yang di rencanakan. Berdasarkan

kondisi periode rencana untuk menentukan curah hujan rencana pada kawasan perumahan Forest Mansion.

4.3 ANALISA FREKUENSI

Tujuan dari perhitungan curah hujan harian maksimum adalah untuk mendapatkan curah hujan rencana pada setiap periode ulang yang diinginkan. Sebelum menentukan metode apa yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana terlebih dahulu dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan.

4.3.1 Perhitungan Parameter Dasar Statistika

Perhitungan parameter statistik perlu dilakukan sebelum perhitungan distribusi probabilitas, mengingat masing-masing distribusi yaitu Distribusi Normal, Distribusi Gembel, Distribusi Person Type III, dan Distribusi Log Person Type III memiliki sifat yang berbeda-beda sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaian dengan sifat statistiknya. Dengan demikian kesalahan dalam pemilihan metode distribusi dapat dihindari dan kesalahan perkiraan tentu tidak akan terjadi.

Sifat-sifat parameter statistic dari masing-masing distribusi teoritis tersebut adalah sebagai berikut :

- Distribusi normal mempunyai harga $C_s = 0$ dan $C_k = 3$;
- Distribusi Log Person Type III mempunyai harga $C_s = C_v^3 + 3$, C_v dan $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$;
- Distribusi Gumbel mempunyai harga $C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$;
- Distribusi Person Type III Mempunyai harga C_s dan $C_k =$ yang fleksibel
- Distribusi Log Peson Type III mempunyai harga C_s selain dari parameter statistic untuk distribusi yang lain yaitu Normal, Person Type III, dan Gembel.

Setiap jenis distribusi mempunyai parameter statistik yang terdiri dari nilai-nilai :

$\bar{X} (\mu)$: nilai rata-rata hitung (*mean*)

$Sd(\sigma X)$: standar deviasi (*deviation standart*)

- Cv : koefisien variasi (*variation coefficient*)
 Cs : koefisien kemencengan (*skewness coefficient*)
 Ck : koefisien ketajaman (*kurtosis coefficient*)

Data yang digunakan untuk perhitungan parameter statistic adalah data pada tabel 4.1. Data curah hujan harian maksimum tahunan tersebut diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil, kemudian hitung rata-ratanya (\bar{X}) dengan persamaan 2.1 sehingga di dapat $\bar{X} = 94.35$ mm. Perhitungan karakteristik statistik dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik

No	Tahun	Xi (mm)	Xi urut (mm)	\bar{X} (mm)	$(Xi - \bar{X})$ (mm)	$(Xi - \bar{X})^2$ (mm) ²	$(Xi - \bar{X})^3$ (mm) ³	$(Xi - \bar{X})^4$ (mm) ⁴
1	1994	97	117	94.350	22.650	513.023	11619.960	263192.086
2	1995	115	115	94.350	20.650	426.423	8805.625	181836.149
3	1996	72	110	94.350	15.650	244.923	3833.037	59987.031
4	1997	87	110	94.350	15.650	244.923	3833.037	59987.031
5	1998	80	109	94.350	14.650	214.623	3144.220	46062.818
6	1999	110	105	94.350	10.650	113.423	1207.950	12864.664
7	2000	110	105	94.350	10.650	113.423	1207.950	12864.664
8	2001	117	100	94.350	5.650	31.923	180.362	1019.046
9	2002	105	98	94.350	3.650	13.323	48.627	177.489
10	2003	75	97	94.350	2.650	7.023	18.610	49.316
11	2004	92	97	94.350	2.650	7.023	18.610	49.316
12	2005	105	92	94.350	-2.350	5.522	-12.978	30.063
13	2006	89	87	94.350	-7.350	54.022	-397.065	2918.431
14	2007	100	87	94.350	-7.350	54.022	-397.065	2918.431
15	2008	85	85	94.350	-9.350	87.422	-817.400	7642.694
16	2009	76	80	94.350	-14.350	205.923	-2954.988	42404.076
17	2010	109	76	94.350	-18.350	336.723	-6178.858	113382.042
18	2011	97	75	94.350	-19.350	374.423	-7245.075	140192.209
19	2012	70	72	94.350	-22.350	499.523	-11164.328	249522.728
20	2013	87	70	94.350	-24.350	592.923	-14437.663	351557.091
Jumlah	=	1887				4140.550	-9687.435	1548657.805
Rata2	=	94.350						

(Hasil Perhitungan)

- Standar Deviasi

Untuk perhitungan standar deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.2) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]}$$

$$s = \sqrt{\frac{4140.550}{20-1}} = \sqrt{\left[\frac{4140.550}{19} \right]} = 14,762$$

- Koefisien Ketajaman/ Koefisien Kurtosis

Untuk perhitungan Koefisien Ketajaman/ Koefisien Kurtosis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.5) :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2 (1548657,805)}{(20-1)(20-2)(20-3).(14,762)^4} = 2,246$$

- Koefisien Variasi

Untuk perhitungan Koefisien Variasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3) :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{14,762}{94,350} = 0,156$$

- Koefisien Kemencengan

Untuk perhitungan Koefisien Kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.4) :

$$Cs = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3} = \frac{\frac{20}{(20-1)(20-2)} (-9687,435)}{(14,762)^3} = -0,176$$

4.4 PERHITUNGAN DISTRIBUSI

4.4.1 Metode Distribusi Gumbel

Faktor probabilitas K untuk harga–harga ekstrem Gumbel dapat dicari dengan perhitungan berikut :

Dari jumlah data (n) = 20, maka dapat diperoleh :

$$Y_n = 0,5236$$

$$S_n = 1,0628$$

Tabel 4.3 menunjukkan hubungan reduksi variat rata-rata (Y_n) dengan jumlah data.

Tabel 4.3 Hubungan reduksi variat rata-rata (Y_n) dengan jumlah data

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0.4595	29	0.5353	47	0.5473	65	0.5535	83	0.5574
11	0.1996	30	0.5362	48	0.5477	66	0.5538	84	0.5576
12	0.5053	31	0.5371	49	0.5481	67	0.5540	85	0.5578
13	0.5070	32	0.5380	50	0.5485	68	0.5543	86	0.5580
14	0.5100	33	0.5388	51	0.5489	69	0.5545	87	0.5581
15	0.5128	34	0.5396	52	0.5493	70	0.5548	88	0.5583
16	0.5157	35	0.5402	53	0.5497	71	0.5550	89	0.5585
17	0.5181	36	0.5410	54	0.5501	72	0.5552	90	0.5586
18	0.5202	37	0.5418	55	0.5504	73	0.5555	91	0.5587
19	0.5220	38	0.5424	56	0.5508	74	0.5557	92	0.5589
20	0.5236	39	0.5430	57	0.5511	75	0.5559	93	0.5591
21	0.5252	40	0.5436	58	0.5518	76	0.5561	94	0.5592
22	0.5268	41	0.5442	59	0.5518	77	0.5563	95	0.5593
23	0.5283	42	0.5448	60	0.5521	78	0.5565	96	0.5595
24	0.5296	43	0.5453	61	0.5524	79	0.5567	97	0.5596
25	0.5309	44	0.5458	62	0.5527	80	0.5569	98	0.5598
26	0.5320	45	0.5463	63	0.5530	81	0.5570	99	0.5599
27	0.5332	46	0.5468	64	0.5533	82	0.5572	100	0.5600
28	0.5243								

(Soewarno, 1995:129)

Pada tabel 4.4 menunjukkan hubungan antara deviasi standard reduksi variat dengan jumlah data.

Tabel 4.4 Hubungan antara deviasi standard reduksi variat dengan jumlah data

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0.9496	29	1.1080	47	1.1557	65	1.1803	83	1.1959
11	0.9676	30	1.1124	48	1.1574	66	1.1814	84	1.1967
12	0.9833	31	1.1159	49	1.1590	67	1.1824	85	1.1973
13	0.9971	32	1.1193	50	1.1607	68	1.1831	86	1.1980
14	1.0095	33	1.1226	51	1.1623	69	1.1844	87	1.1987
15	1.0206	34	1.1255	52	1.1638	70	1.1854	88	1.1994
16	1.0316	35	1.1285	53	1.1658	71	1.1863	89	1.2001
17	1.0411	36	1.1313	54	1.1667	72	1.1873	90	1.2007
18	1.0493	37	1.1339	55	1.1681	73	1.1881	91	1.2013
19	1.0565	38	1.1363	56	1.1696	74	1.1890	92	1.2020
20	1.0628	39	1.1388	57	1.1708	75	1.1898	93	1.2026
21	1.0696	40	1.1413	58	1.1721	76	1.1906	94	1.2032
22	1.0754	41	1.1436	59	1.1734	77	1.1915	95	1.2038
23	1.0811	42	1.1458	60	1.1747	78	1.1923	96	1.2044
24	1.0864	43	1.1480	61	1.1759	79	1.1930	97	1.2049
25	1.0915	44	1.1499	62	1.1770	80	1.1938	98	1.2055
26	1.0961	45	1.1519	63	1.1782	81	1.1945	99	1.2060
27	1.1004	46	1.1538	64	1.1793	82	1.1953	100	1.2065
28	1.1047								

(Soewarno ,1995:130)

Selanjutnya nilai K (frekuensi faktor) untuk distribusi Gumbel, dapat ditabelkan 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Nilai Y_{TR} dan Faktor K

Periode Ulang	Y_{TR}	K
2	0.366513	-0.1478
5	1.49994	0.9186
10	2.250367	1.6247
25	3.198534	2.5169

(Hasil Perhitungan)

Berikut perhitungan Parameter Statistik Gumbel Pada tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Harian	X_i	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	X_i^2
Pengamatan		Maksimum	Urut				
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm) ²	(mm) ²
1	1994	97	117	94.350	22.650	513.023	13689
2	1995	115	115	94.350	20.650	426.423	13225
3	1996	72	110	94.350	15.650	244.923	12100
4	1997	87	110	94.350	15.650	244.923	12100
5	1998	80	109	94.350	14.650	214.623	11881
6	1999	110	105	94.350	10.650	113.423	11025
7	2000	110	105	94.350	10.650	113.423	10000
8	2001	117	100	94.350	5.650	31.923	9604
9	2002	105	98	94.350	3.650	13.323	9409
10	2003	75	97	94.350	2.650	7.023	9409
11	2004	92	97	94.350	2.650	7.023	8464
12	2005	105	92	94.350	-2.350	5.522	7569
13	2006	89	87	94.350	-7.350	54.022	7569
14	2007	100	87	94.350	-7.350	54.022	7569
15	2008	85	85	94.350	-9.350	87.422	7225
16	2009	76	80	94.350	-14.350	205.923	6400
17	2010	109	76	94.350	-18.350	336.723	5776
18	2011	97	75	94.350	-19.350	374.423	5625
19	2012	70	72	94.350	-22.350	499.523	5184
20	2013	87	70	94.350	-24.350	592.923	4900
Jumlah	=	1887				4140.550	182179
Rata2	=	94.350					

(Hasil Perhitungan)

Pada tabel 4.7 menunjukkan Perhitungan periode ulang curah hujan rencana

Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Y TR	K	Curah hujan Rencana (mm)
2	0,367	-0,148	92,168
5	1,500	0,919	107,911
10	2,250	1,625	118,334
25	3,199	2,517	131,504
50	3,902	3,179	141,280
75	4,312	3,564	146,967
100	4,600	3,836	150,973

(Hasil Perhitungan)

Contoh Perhitungan :

- Untuk perhitungan Y_{TR} (*reduced variate*) dengan periode ulang 2 tahun (Tabel 4.7) dapat dihitung dengan persamaan (2.10) :

$$Y_{TR} = -\ln \left\{ -\ln \frac{Tr}{Tr-1} \right\} = -\ln \left\{ -\ln \frac{2}{2-1} \right\} = 0,3665$$

- Untuk perhitungan K (frekuensi faktor) dengan periode ulang 2 tahun (Tabel 4.7) dapat dihitung dengan persamaan (2.5) :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,367 - 0,5236}{1,0628} = -0,148$$

- Dari hasil perhitungan hujan rata-rata dan nilai faktor frekuensi, maka dapat dihitung curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun – 25 tahun (pada tabel 4.7). Berikut contoh perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun dengan menggunakan persamaan (2.6) :

$$X_2 = \bar{X} + \Sigma \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n} \cdot s$$

$$X_2 = 94,350 + \frac{0,367 - 0,5236}{1,0628} \cdot 14,762 = 92,168 \text{ mm}$$

Pada tabel 4.8 menunjukan Perhitungan Parameter Statistik cara Logaritma.

Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik cara Logaritma

No	Xi Urut	Log Xi	Log \bar{X}	Log Xi- Log \bar{X}	(Log Xi- Log \bar{X}) ²	(Log Xi- Log \bar{X}) ³	(Log Xi- Log \bar{X}) ⁴
1	117	2.068185	1.969494	0.098691	0.00097	0.00096	0.000094
2	115	2.060697	1.939519	0.091203	0.00831	0.00075	0.000069
3	110	2.041392	1.939519	0.071898	0.00516	0.00037	0.000026
4	110	2.041392	1.939519	0.071898	0.00516	0.00037	0.000026
5	109	2.037426	1.939519	0.067932	0.00461	0.00031	0.000021
6	105	2.021189	1.939519	0.051695	0.00267	0.00013	0.000007
7	105	2.021189	1.939519	0.051695	0.00267	0.00013	0.000007
8	100	2.000000	1.939519	0.030505	0.00093	0.00002	0.0000008
9	98	1.991226	1.939519	0.021731	0.00047	0.00001	0.0000002
10	97	1.986771	1.939519	0.017277	0.00029	0.000001	0.00000009
11	97	1.986771	1.939519	0.017277	0.00029	0.000005	0.00000009
12	92	1.963787	1.939519	-0.00570	0.00003	-0.0000001	0.0000000
13	87	1.939519	1.939519	-0.02997	0.00089	-0.00002	0.00000081
14	87	1.939519	1.939519	-0.02997	0.00089	-0.00002	0.00000081
15	85	1.929491	1.939519	-0.04007	0.00160	-0.00006	0.00000258
16	80	1.903089	1.939519	-0.06640	0.00440	-0.00029	0.00001944
17	76	1.880813	1.939519	-0.08868	0.00786	-0.00069	0.00006185
18	75	1.875061	1.939519	-0.09443	0.00891	-0.00084	0.00007952
19	72	1.857332	1.939519	-0.11216	0.01258	-0.00141	0.00015826
20	70	1.845098	1.939519	-0.12439	0.01547	-0.00192	0.00023946
Jumlah	=	39.38988			0.09303	-0.00218	0.00081708
Rata2	=	1.96949422					

(Hasil Perhitungan)

4.4.2 Perhitungan Parameter Log Pearson Type III

- Untuk perhitungan nilai rata-rata (\bar{X}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{39,389}{20} = 1,969$$

- Untuk perhitungan standard deviasidapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} = \sqrt{\left[\frac{0,093}{20-1} \right]} = 0,070$$

- Untuk perhitungan koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.11) :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n \log X_i - \log \bar{X}^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{20 (-0.00218472)}{(20-1)(20-2)0,070^3} = -0,373$$

- Untuk perhitungan koefisien ketajaman/ koefisien kurtosis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.5) :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 = \frac{20(0,00081708)}{(20-1)(20-2)(20-3)0,070^4} = 0.016$$

- Untuk perhitungan koefisien variasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.13) :

$$C_v = \frac{s}{\log \bar{X}} = \frac{0,070}{39,389} = 0,00177$$

Kemudian untuk perhitungan Distribusi Hujan Log Pearson Type III dapat ditabelkan pada tabel 4.9 berikut :

Tabel 4.9 Perhitungan Distribusi Hujan Log Pearson Type III

Periode Ulang T (Tahun)	$\log \bar{X}$	S	K	$\log X$	Hujan Rencana (mm)
2	1.908	0.070	0.062	1.974	94.145
5	1.908	0.070	0.854	2.029	106.974
10	1.908	0.070	1.235	2.056	113.734
25	1.908	0.070	1.616	2.083	120.943

(Hasil Perhitungan)

Contoh Perhitungan untuk Tabel 4.9 :

- Untuk perhitungan $\log \bar{X}$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{39,389}{20} = 1,969$$

- Untuk perhitungan standard devias dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} = \sqrt{[20]} = 0,070$$

- Dengan koefisien kemencengan $C_s = -0,373$ maka harga K diperoleh dengan interpolasi seperti pada perhitungan berikut:

$$C_s = -0,373 \begin{cases} -0,2 \Rightarrow K = 0,033 \\ -0,4 \Rightarrow K = 0,066 \end{cases}$$

Tabel 4.10 menunjukkan nilai K untuk distribusi Log Pearson Type III interval kejadian dalam periode ulang tertentu.

Tabel 4.10 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III

Koef	Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), Tahun (<i>Periode Ulang</i>)									
	1,010	1.25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)									
(<i>CS/g</i>)	99	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035

(*Suripin.2003:43*)

$$K_2 = 0,033 + \left(\frac{-0,373 - (-0,2)}{-0,4 - (-0,2)} \right) (0,066 - 0,033) = 0,062$$

- Perhitungan log X untuk periode ulang 2 tahun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.11) :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s$$

$$\log X_T = 1,969 + (0,062)(0,07) = 1,978$$

- Selanjutnya dapat dihitung hujan rencana dengan periode ulang ($T=2$ tahun), sebagai berikut :

$$\log X_2 = \log \bar{X} + K \times s$$

$$\log X_2 = 1,969 + 0,128 \times 0,07$$

$$X_2 = 94,145 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas, maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut :

Tabel 4.11 Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Persyaratan Parameter Statistik		Hasil Perhitungan	
	Cs	Ck	Cs	Ck
Gumbel	<1,14	5,4	-0.176	2,246
Log Pearson Type III	-3<Cs<3	-	-0,372	0,016

(Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan tersebut, maka dapat diketahui bahwa pada perhitungan hujan rencana distribusi Gumbel diperoleh hasil yang lebih besar daripada distribusi Log Pearson Type III, untuk itu, dalam perhitungan selanjutnya yang akan digunakan adalah metode distribusi Log Pearson Type III.

4.5 UJI KECOCOKAN DISTRIBUSI CURAH HUJAN

Untuk menentukan apakah fungsi distribusi probabilitas yang dipilih telah sesuai dan dapat mewakili distribusi frekuensi dari data sampel yang ada, maka diperlukan pengujian parameter, seperti :

- 1) Chi-Kuadrat (*Chi Square*)
- 2) Smirnov-Kolmogorov

Apabila pada pengujian fungsi distribusi probabilitas yang dipilih memenuhi ketentuan persyaratan kedua uji tersebut maka perumusan persamaan distribusi yang dipilih dapat diterima dan jika tidak akan ditolak.

4.5.1 Uji Chi-Kuadrat(*Chi Square*)

Perhitungan Uji Chi-Kuadrat:

Banyaknya data (n) = 20

Taraf signifikan = 5%

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sub kelompok} &= 1+3,22 \ln 20 \\ &= 5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Derajat Kebebasan (dk)} &= G-R-1 \\ &= 5-2-1 = 2\end{aligned}$$

Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub bagian dengan interval peluang (P) = 0,2

• Distribusi Gumbel

Besarnya peluang untuk tiap sub bagian/sub group adalah :

$$\text{Sub group 1} \quad P \leq 0,2$$

$$\text{Sub group 2} \quad P \leq 0,4$$

$$\text{Sub group 3} \quad P \leq 0,6$$

$$\text{Sub group 4} \quad P \leq 0,8$$

$$\text{Sub group 5} \quad P > 0,8$$

Diketahui :

$$Cs = -0,176$$

$$\bar{X} = 94,35 \text{ mm}$$

$$S = 14,762$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$\begin{aligned}X &= 14,762 k + 94,350 \\ &= 14,762 (-0,84) + 94,350 \\ &= 81,950 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$\begin{aligned}X &= 14,762 k + 94,350 \\ &= 14,762 (-0,25) + 94,350 \\ &= 90,659 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,6 = 0,4$$

$$\begin{aligned}X &= 14,762 k + 94,350 \\ &= 14,762 (0,25) + 94,350 \\ &= 98,041 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,8 = 0,2$$

$$\begin{aligned}X &= 14,762 k + 94,350 \\ &= 14,762 (0,84) + 94,350 \\ &= 106,750 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tabel 4.12 berikut ini menunjukkan hasil perhitungan uji Chi-Kuadrat untuk metode gumbel :

Tabel 4.12 Uji Chi-Kuadrat Metode Gumbel

No.	I	Jumlah data		Oi-Ei	(Oi-Ei) ² /Ei
		Oi	Ei		
1	$R \leq 81,950$	5	4	1	0.250
2	$81,950 < R \leq 90,659$	3	4	-1	0.250
3	$90,659 < R \leq 98,041$	4	4	0	0.000
4	$98,041 < R \leq 106,750$	3	4	-1	0.250
5	$R > 106,750$	5	4	1	0.250
		20	20		1.000

(Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (dk)	2
Derajat signifikan alpha	5%
Tingkat kepercayaan	95%
Chi kritis	5,991 (lihat tabel nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat)

Dari perhitungan chi kuadrat untuk distribusi hujan dengan metode Gumbel diperoleh nilai 1,000 dan dengan derajat kebebasan (dk) 2 diperoleh nilai chi kritis sebesar 5,991, dengan kata lain $1,000 < 5,991$, sehingga **perhitungan dapat diterima**.

• Metode Distribusi Log Pearson Type III

Besarnya peluang untuk tiap sub bagian/sub group adalah :

Sub group 1	$P \leq 0,2$
Sub group 2	$P \leq 0,4$
Sub group 3	$P \leq 0,6$
Sub group 4	$P \leq 0,8$
Sub group 5	$P > 0,8$

Diketahui :

$$Cs = G = -0,373 \approx -0,4$$

$$\log \bar{X} = 1,969 \text{ mm}$$

$$S = 0,07$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$\begin{aligned}
 X &= 0,07 \ k + 1,969 \\
 &= 0,07 (-0,84) + 1,969 \\
 &= 1,912 \text{ mm} \\
 \text{Untuk P} &= 1 - 0,4 = 0,6 \\
 X &= 0,07 \ k + 1,969 \\
 &= 0,07 (-0,25) + 1,969 \\
 &= 1,974 \text{ mm} \\
 \text{Untuk P} &= 1 - 0,6 = 0,4 \\
 X &= 0,07 \ k + 1,969 \\
 &= 0,07 (0,25) + 1,908 \\
 &= 1,983 \text{ mm} \\
 \text{Untuk P} &= 1 - 0,8 = 0,2 \\
 X &= 0,07 \ k + 1,908 \\
 &= 0,07 (0,84) + 1,908 \\
 &= 2,029 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 berikut ini menunjukkan hasil perhitungan uji chi-kuadrat untuk metode Metode log pearson typeIII

Tabel 4.13 Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson TypeIII

No.	I	Jumlah data		Oi-Ei	(Oi-Ei) ² /Ei
		Oi	Ei		
1	$R \leq 1,812$	5	4	1	0,250
2	$1,812 < R \leq 1,879$	4	4	0	0,000
3	$1,879 < R \leq 1,937$	0	4	-4	4,000
4	$1,937 < R \leq 2,029$	6	4	2	1,000
5	$R > 2,029$	5	4	1	0,250
		20	20		5,500

(Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (dk)	2
Derajat signifikan alpha	5%
Tingkat kepercayaan	95%
Chi kritis	5,991 (lihat tabel)

Dari perhitungan chi kuadrat untuk distribusi hujan dengan metode Log Pearson Type III diperoleh nilai 5,500 dan dengan derajat kebebasan (dk) 2 diperoleh nilai chi kritis sebesar 5,991,

dengan kata lain $5,500 < 5,991$, sehingga **perhitungan dapat diterima.**

4.5.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorof, sering juga di sebut uji kecocokan non parametik (non – parametic test) karena pengujian nya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data hujan dari yang terbesar hingga ke terkecil atau sebaliknya.
2. Tentukan nilai masing – masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov – kolmogorof test) tentukan harga DO.(lihat tabel 4.14)
5. Apabila $D < DO$ maka distribusi teoritis dapat di terima.

Tetapi jika DO maka distribusi teoritis tidak dapat di terima.

Tabel 4.14 menunjukan nilai kritis Do Untuk Uji Smirnov Kolmogorov.

Tabel 4.14 Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23

(Soewarno.1995:19)

• Metode Log Pearson Type III

Pada tabel 4.15 berikut menunjukan perhitungan nilai kritis Do untuk uji Smirnov Kolmogorov :

Tabel 4.15 nilai kritis Do untuk uji smirnov kolmogorov

m	X urut	Log X	Log \bar{X}	P(X)	P(X<)	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	117	2,06818586	1,96949422	0,048	0,952	0,07	1,40988	0,08215	0,91785	-0,03453
2	115	2,06069784	1,96949422	0,095	0,905	0,07	1,30291	0,09714	0,90286	-0,00190
3	110	2,04139269	1,96949422	0,143	0,857	0,07	1,02712	0,15208	0,84792	-0,00922
4	110	2,04139269	1,96949422	0,190	0,810	0,07	1,02712	0,15208	0,84792	0,03840
5	109	2,0374265	1,96949422	0,238	0,762	0,07	0,97046	0,16600	0,83400	0,07210
6	105	2,0211893	1,96949422	0,286	0,714	0,07	0,73850	0,23518	0,76482	0,05053
7	105	2,0211893	1,96949422	0,333	0,667	0,07	0,73850	0,23518	0,76482	0,09815
8	100	2,0000000	1,96949422	0,381	0,619	0,07	0,43580	0,33540	0,66460	0,04555
9	98	1,99122608	1,96949422	0,429	0,571	0,07	0,31046	0,37830	0,62170	0,05027
10	97	1,98677173	1,96949422	0,476	0,524	0,07	0,24682	0,40786	0,59214	0,06833
11	97	1,98677173	1,96949422	0,524	0,476	0,07	0,24682	0,40786	0,59214	0,11595
12	92	1,96378783	1,96949422	0,571	0,429	0,07	-0,08152	0,53154	0,46846	0,03989
13	87	1,93951925	1,96949422	0,619	0,381	0,07	-0,42821	0,66122	0,33878	-0,04217
14	87	1,93951925	1,96949422	0,667	0,333	0,07	-0,42821	0,66122	0,33878	0,00545
15	85	1,92941893	1,96949422	0,714	0,286	0,07	-0,57250	0,71381	0,28619	0,00048
16	80	1,90308999	1,96949422	0,762	0,238	0,07	-0,94863	0,82403	0,17597	-0,06212
17	76	1,88081359	1,96949422	0,810	0,190	0,07	-1,26687	0,89392	0,10608	-0,08440
18	75	1,87506126	1,96949422	0,857	0,143	0,07	-1,34904	0,90775	0,09225	-0,05060
19	72	1,8573325	1,96949422	0,905	0,095	0,07	-1,60231	0,94344	0,05656	-0,03868
20	70	1,84509804	1,96949422	0,952	0,048	0,07	-1,77709	0,96000	0,04000	-0,00762
Do kritis	0,304105						D max =			0,1159
D max < Do kritis (dapat diterima)										

(Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan pada tabel 4.15 didapatkan:

D max = 0,1159 (pada data (m) ke 11)

Do = 0,304105 (diperoleh dari tabel nilai kritis Do untuk derajat kepercayaan 5% dan n=20)

Syarat D max < Do => 0,1159 < 0,304105, maka persamaan distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

Contoh Perhitungan untuk tabel 4.15 :

- Untuk perhitungan $P(X)$ = peluang dengan $m = 1$:

$$P(X) = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0,048$$

- Untuk perhitungan $P(X<)$ dengan $m = 1$:

$$\begin{aligned} P(X<) &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,048 = 0,952 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan $f(t)$ dengan $m = 1$:

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{117 - 94,350}{0,07} = 1,40988$$

- Untuk perhitungan $P'(X)$ dengan $m = 1$:

$$\begin{aligned} P'(X) &= 1 - P'(X<) \\ &= 1 - 0,91785 = 0,08215 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan $P'(X)$ dengan $m = 1$:

$$\begin{aligned} P'(X<) &= 1 - P'(X) \\ &= 1 - 0,08215 = 0,91785 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan D dengan $m = 1$:

$$\begin{aligned} D &= P'(X<) - P(X<) \\ &= 0,91785 - 0,952 = -0,03453 \end{aligned}$$

• **Metode Gumbel**

Tabel 4.16 berikut menunjukkan Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov metode Gumbel:

Tabel 4.16 Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel

								(dr tabel)	
m	X urut	P(X)	P(X<)	X rata2	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	117	0,048	0,952	94,350	14,762	1,5343449	0,06348	0,93652	-0,01586
2	115	0,095	0,905	94,350	14,762	1,3988619	0,08350	0,91650	0,01174
3	110	0,143	0,857	94,350	14,762	1,0601545	0,14490	0,85510	-0,00204
4	110	0,190	0,810	94,350	14,762	1,0601545	0,14490	0,85510	0,04558
5	109	0,238	0,762	94,350	14,762	0,992413	0,16418	0,83582	0,07392
6	105	0,286	0,714	94,350	14,762	0,721447	0,23611	0,76389	0,04960
7	105	0,333	0,667	94,350	14,762	0,721447	0,23611	0,76389	0,09722
8	100	0,381	0,619	94,350	14,762	0,3827395	0,35274	0,64726	0,02821
9	98	0,429	0,571	94,350	14,762	0,2472565	0,40827	0,59173	0,02030
10	97	0,476	0,524	94,350	14,762	0,179515	0,43601	0,56399	0,04018
11	97	0,524	0,476	94,350	14,762	0,179515	0,43601	0,56399	0,08780
12	92	0,571	0,429	94,350	14,762	-0,159193	0,55878	0,44123	0,01265
13	87	0,619	0,381	94,350	14,762	-0,4979	0,68609	0,31391	-0,06704
14	87	0,667	0,333	94,350	14,762	-0,4979	0,68609	0,31391	-0,01942
15	85	0,714	0,286	94,350	14,762	-0,633383	0,73367	0,26633	-0,01938
16	80	0,762	0,238	94,350	14,762	-0,972091	0,79213	0,20787	-0,03022
17	76	0,810	0,190	94,350	14,762	-1,243056	0,88979	0,11021	-0,08027
18	75	0,857	0,143	94,350	14,762	-1,310798	0,90267	0,09733	-0,04553
19	72	0,905	0,095	94,350	14,762	-1,514022	0,93268	0,06732	-0,02792
20	70	0,952	0,048	94,350	14,762	-1,649505	0,94759	0,05241	0,00479
Do kritis	0,304105						D max =		0,09722
D max < Do kritis (dapat diterima)									

(Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan pada tabel 4.16 didapatkan:

D max = 0,09722 (pada data (m) ke 7)

Do = 0,304105 (diperoleh dari tabel nilai kritis Do untuk derajat kepercayaan 5% dan n=20)

Syarat D max < Do => 0,09722 < 0,304105, maka persamaan **distribusi Gumbel dapat diterima.**

4.6 PERHITUNGAN HIDROGRAF SATUAN

Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan.

Tabel 4.17 berikut menunjukkan perhitungan hujan harian maksimum (R_t) periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun:

Tabel 4.17 Perhitungan hujan harian maksimum

Periode Ulang T (Tahun)	$\log \bar{x}$	s	K	$\log X_t$	Hujan Rencana (mm)
2	1,969	0,070	0,062	1,974	94,145
5	1,969	0,070	0,854	2,029	106,974
10	1,969	0,070	1,235	2,056	113,734

(hasil perhitungan)

Perhitungan distribusi hujan

Diperkirakan $T=5$ jam

R_{24} (5 tahun) = 106.97 mm

Rumus perhitungan : $\left(\frac{R_{24}}{T}\right) \times \left(\frac{T}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$

Perhitungan distribusi hujan dari jam ke 1 sampai jam ke 5 sebagai berikut:

$R_1 = \frac{R_{24}}{5} \times \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = \frac{106.97}{5} \times \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = 62,56$	
$R_2 = \frac{R_{24}}{5} \times \left(\frac{5}{2}\right)^{2/3} = \frac{106.97}{5} \times \left(\frac{5}{2}\right)^{2/3} = 39,41$	
$R_3 = \frac{R_{24}}{5} \times \left(\frac{5}{3}\right)^{2/3} = \frac{106.97}{5} \times \left(\frac{5}{3}\right)^{2/3} = 30,07$	
$R_4 = \frac{R_{24}}{5} \times \left(\frac{5}{4}\right)^{2/3} = \frac{106.97}{5} \times \left(\frac{5}{4}\right)^{2/3} = 24,83$	
$R_5 = \frac{R_{24}}{5} \times \left(\frac{5}{5}\right)^{2/3} = \frac{106.97}{5} \times \left(\frac{5}{5}\right)^{2/3} = 21,39$	

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 1 \times R_1 \\
 &= 1 \times 62,56 \\
 &= 62,56 \\
 R_2 &= (2 \times R_2) - (1 \times R_1) \\
 &= (2 \times 39,41) - (1 \times 62,56) \\
 &= 16,26 \\
 R_3 &= (3 \times R_3) - (2 \times R_2) \\
 &= (3 \times 30,07) - (2 \times 39,41) \\
 &= 11,41 \\
 R_4 &= (4 \times R_4) - (3 \times R_3) \\
 &= (4 \times 24,83) - (3 \times 30,07) \\
 &= 9,08 \\
 R_5 &= (5 \times R_5) - (4 \times R_4) \\
 &= (5 \times 21,39) - (4 \times 21,39) \\
 &= 7,67
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 berikut menunjukkan hasil Perhitungan distribusi hujan R5 tahun:

Tabel 4.18 Perhitungan distribusi hujan

Jam ke-	RT	Distribusi hujan (%)	c	R5 tahun
1	0,626	62,56	0,85	53,17
2	0,163	16,26	0,85	13,82
3	0,114	11,41	0,85	9,69
4	0,091	9,08	0,85	7,72
5	0,077	7,67	0,85	6,52

(hasil perhitungan)

Curah hujan efektif

Tabel 4.19 Berikut perhitungan curah hujan efektif periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun:

Tabel 4.19 Perhitungan curah hujan efektif

Periode Ulang	Hujan Rencana	Koefisien	Hujan Efektif
2	94,15	0,85	80,02
5	106,97	0,85	90,92
10	113,73	0,85	96,67

(hasil perhitungan)

Berikut perhitungan distribusi hujan efektif jam-jaman:

➤ Periode ulang 2 tahun

- Jam ke 0-1 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,626 \times 80,02$
 $= 50,06$
- Jam ke 1-2 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,163 \times 80,02$
 $= 13,01$

➤ Periode Ulang 5 tahun

- Jam ke 0-1 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,626 \times 90,92$
 $= 56,88$
- Jam ke 1-2 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,163 \times 90,92$
 $= 14,78$

➤ Periode Ulang 10 tahun

- Jam ke 0-1 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,626 \times 96,67$
 $= 60,47$
- Jam ke 1-2 = $RT \times Q \text{ rencana}$
 $= 0,163 \times 96,67$
 $= 15,72$

Perhitungan pada jam berikutnya dapat dilihat dalam tabel 4.20 berikut:

Tabel 4.20 Perhitungan curah hujan efektif jam-jaman

Periode ulang	2	5	10
R24	80,02	90,92	96,67
Jam Ke	R eff	R eff	R eff
0-1	50,06	56,88	60,47
1-2	13,01	14,78	15,72
2-3	9,13	10,37	11,03
3-4	7,27	8,26	8,78
4-5	6,14	6,97	7,41

4.6.1 Saluran Lidah Kulon

Data yang digunakan dalam perhitungan hidrograf adalah sebagai berikut:

- Luas DAS (A) = 3 Km²
- Panjang Saluran (L) = 2,7 km
- Koefisien Pengaliran = 0,85
- Curah Hujan Rencana (5th) = 90,92 mm
- α = 2

Perhitungan hidrograf ini digunakan untuk mencari hidrograf banjir periode ulang 5 tahun. Menggunakan koefisien pengaliran sebesar 0.85.

Bentuk hidrograf satuan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$T_g = 0,21 L^{0.7}$	→	Untuk $L < 15 \text{ km}$
$= 0,42$	jam	
$T_r = (0.5 \text{ s/d } 1.0) \times T_g$		
$= 0.5 \times 0.55$		
$= 0,21$	jam	
$T_p = T_g + 0.8 T_r$		
$= 0,59$	jam	
$T_{0.3} = \alpha \times T_g$		
$= 0,84$	jam	
$Q_p = (C A \times R_o) / (3.6 \times (0.3 T_p + T_{0.3}))$		
$= \frac{3,000}{3,67}$		
$= 0,82$	m^3/det	

(hasil perhitungan)

Pada kurva naik ($0 < t < T_p$) = $0 < t < 0.59$			
t	$\frac{t}{T_p}$	$\left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4}$	$Q = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4} \times Q_p$
0	-	-	-
1	1,70	3,56	2,918

(hasil perhitungan)

Pada kurva turun ($T_p < t < T_{0.3} + T_p$) = $0,59 < t < 1,43$			
t	$t - T_p$	$\frac{(t - T_p)}{T_{0.3}}$	$Q = Q_p \times 0,3^{\frac{(t - T_p)}{T_{0.3}}}$
2	1,41	1,68	0,109

(hasil perhitungan)

Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + 1,5 T_{0,3}$) = (1,43 < t < 2,69)				
t	$(t - T_p) + (0,5 T_{0,3})$	$(1,5 T_{0,3})$	$(t - T_p) + (0,5 T_{0,3}) / (T_{0,3})$	$Q = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + (0,5 T_{0,3}) / (1,5 T_{0,3})}$
3	2,83	1,26	2,24	0,055
4	3,83	1,26	3,03	0,021
5	4,83	1,26	3,83	0,008

(hasil perhitungan)

Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$) = ($t > 2,69$)

t	$(t - T_p) + (1,5 T_{0,3})$	$(t - T_p) + (1,5 T_{0,3}) / 2 T_{0,3}$	$Q = Q_p \times 0,3^{(t - T_p) + (1,5 T_{0,3}) / 2 T_{0,3}}$
6	6,67	3,96	0,00694
7	7,67	4,56	0,00339
8	8,67	5,15	0,00166
9	9,67	5,75	0,00081
10	10,67	6,34	0,00040
11	11,67	6,93	0,00019
12	12,67	7,53	0,00010
13	13,67	8,12	0,00005
14	14,67	8,72	0,00002
15	15,67	9,31	0,00001
16	16,67	9,90	0,00001
17	17,67	10,50	0,00000
18	18,67	11,09	0,00000
19	19,67	11,69	0,00000
20	20,67	12,28	0,00000
21	21,67	12,87	0,00000
22	22,67	13,47	0,00000
23	23,67	14,06	0,00000
24	24,67	14,66	0,00000

(hasil perhitungan)

Perhitungan hidrograf debit banjir rencana periode ulang dengan metode nakayasu untuk saluran Lidah Kulon 2 tahun dapat dilihat dalam tabel 4.21 berikut:

Tabel 4.21 Hidrograf banjir satuan saluran *Lidah Kulon* 2 tahun

t	Q	R1	R2	R3	R4	R5	Qmax
jam		50,06	13,01	9,13	7,27	6,14	
		0-1 jam	1-2 jam	2-3 jam	3-4 jam	4-5 jam	
0	-	-	-	-	-	-	-
0,59	0,462	23,128	-	-	-	-	23,128
1	0,324	16,220	4,2159	-	-	-	20,436
1,43	0,234	11,714	3,0448	4,2170	-	-	18,976
2	0,184	9,211	2,3942	2,9574	3,3571	-	17,920
2,69	0,146	7,309	1,8998	2,1359	2,3543	2,8350	16,534
3	0,115	5,757	1,4964	1,6795	1,7004	1,9882	12,621
4	0,091	4,556	1,1841	1,3326	1,3370	1,4359	9,845
5	0,072	3,604	0,9369	1,0497	1,0609	1,1291	7,781
6	0,060	3,004	0,7807	0,8306	0,8356	0,8959	6,347
7	0,051	2,553	0,6636	0,6572	0,6613	0,7057	5,241
8	0,042	2,103	0,5465	0,5477	0,5232	0,5584	4,278
9	0,035	1,752	0,4554	0,4655	0,4360	0,4418	3,551
10	0,030	1,502	0,3904	0,3834	0,3706	0,3682	3,014
11	0,025	1,252	0,3253	0,3195	0,3052	0,3130	2,514
12	0,02100	1,051	0,2733	0,2738	0,2543	0,2577	2,110
13	0,01700	0,851	0,2212	0,2282	0,2180	0,2148	1,733
14	0,01500	0,751	0,1952	0,1917	0,1817	0,1841	1,504
15	0,01200	0,601	0,1561	0,1552	0,1526	0,1534	1,218
16	0,01000	0,501	0,1301	0,1369	0,1235	0,1289	1,020
17	0,00900	0,451	0,1171	0,1095	0,1090	0,1043	0,891
18	0,00700	0,350	0,0911	0,0913	0,0872	0,0920	0,712
19	0,00600	0,300	0,0781	0,0821	0,0727	0,0736	0,607
20	0,005000	0,250	0,0651	0,0639	0,0654	0,0614	0,506
21	0,004000	0,200	0,0520	0,0548	0,0509	0,0552	0,413
22	0,003000	0,150	0,0390	0,0456	0,0436	0,0430	0,321
23	0,002000	0,100	0,0260	0,0365	0,0363	0,0368	0,236
24	0,001000	0,050	0,0130	0,0274	0,0291	0,0307	0,150

(hasil perhitungan)

Perhitungan hidrograf debit banjir rencana periode ulang dengan metode nakayasu untuk saluran Lidah Kulon 5 tahun dapat dilihat dalam tabel 4.22 berikut:

Tabel 4.22 Hidrograf banjir satuan saluran *Lidah Kulon* 5 tahun

t	Q	R1	R2	R3	R4	R5	Qmax
jam		56,88	14,79	10,37	8,26	6,97	
		0-1 jam	1-2 jam	2-3 jam	3-4 jam	4-5 jam	
0	-	-	-	-	-	-	-
0,59	0,462	26,280	-	-	-	-	26,280
1	0,324	18,430	6,831	-	-	-	25,261
1,43	0,234	13,311	4,790	4,792	-	-	22,893
2	0,184	10,467	3,460	3,360	3,815	-	21,101
2,69	0,146	8,305	2,720	2,427	2,675	3,221	19,349
3	0,115	6,542	2,159	1,908	1,932	2,259	14,800
4	0,091	5,176	1,700	1,514	1,519	1,632	11,542
5	0,072	4,096	1,345	1,193	1,205	1,283	9,122
6	0,060	3,413	1,065	0,944	0,950	1,018	7,389
7	0,051	2,901	0,887	0,747	0,751	0,802	6,088
8	0,042	2,389	0,754	0,622	0,594	0,634	4,994
9	0,035	1,991	0,621	0,529	0,495	0,502	4,138
10	0,030	1,707	0,517	0,436	0,421	0,418	3,499
11	0,025	1,422	0,444	0,363	0,347	0,356	2,931
12	0,02100	1,195	0,370	0,311	0,289	0,293	2,457
13	0,01700	0,967	0,310	0,259	0,248	0,244	2,029
14	0,01500	0,853	0,251	0,218	0,206	0,209	1,738
15	0,01200	0,683	0,2218	0,176	0,173	0,1743	1,428
16	0,01000	0,569	0,1774	0,1556	0,140	0,1464	1,189
17	0,00900	0,5120	0,1479	0,1245	0,124	0,1185	1,027
18	0,00700	0,3982	0,1331	0,1037	0,0991	0,1046	0,839
19	0,00600	0,3413	0,1035	0,09334	0,0826	0,0837	0,704
20	0,005000	0,28442	0,08871	0,07260	0,0743	0,0697	0,5898
21	0,004000	0,22753	0,07393	0,06223	0,05780	0,0628	0,4842
22	0,003000	0,17065	0,05914	0,05186	0,04954	0,0488	0,3800
23	0,002000	0,11377	0,04436	0,04149	0,04128	0,0418	0,2827
24	0,001000	0,05688	0,02957	0,03111	0,03303	0,0349	0,1855

(hasil perhitungan)

Perhitungan hidrograf debit banjir rencana periode ulang dengan metode nakayasu untuk saluran Lidah Kulon 10 tahun dapat dilihat dalam tabel 4.23 berikut:

Tabel 4.23 Hidrograf banjir satuan saluran *Lidah Kulon* 10tahun

t	Q	R1	R2	R3	R4	R5	Qmax
		60,48	15,72	11,03	8,78	7,41	
jam		0-1 jam	1-2 jam	2-3 jam	3-4 jam	4-5 jam	
0	-	-	-	-	-	-	-
0,59	0,462	27,941	-	-	-	-	27,941
1	0,324	19,595	7,262	-	-	-	26,857
1,43	0,234	14,152	5,093	5,094	-	-	24,339
2	0,184	11,128	3,678	3,573	4,056	-	22,435
2,69	0,146	8,830	2,892	2,580	2,844	3,425	20,572
3	0,115	6,955	2,295	2,029	2,054	2,402	15,735
4	0,091	5,503	1,808	1,610	1,615	1,735	12,271
5	0,072	4,354	1,430	1,268	1,282	1,364	9,699
6	0,060	3,629	1,132	1,003	1,010	1,082	7,856
7	0,051	3,084	0,943	0,794	0,799	0,853	6,473
8	0,042	2,540	0,802	0,662	0,632	0,675	5,310
9	0,035	2,117	0,660	0,562	0,527	0,534	4,400
10	0,030	1,814	0,550	0,463	0,448	0,445	3,720
11	0,025	1,512	0,472	0,386	0,369	0,378	3,116
12	0,02100	1,270	0,393	0,331	0,307	0,311	2,612
13	0,01700	1,028	0,330	0,276	0,263	0,259	2,157
14	0,01500	0,907	0,267	0,232	0,219	0,222	1,848
15	0,01200	0,726	0,236	0,187	0,184	0,1853	1,519
16	0,01000	0,605	0,189	0,165	0,149	0,1557	1,264
17	0,00900	0,5443	0,157	0,132	0,1317	0,1260	1,092
18	0,00700	0,4233	0,141	0,1103	0,1053	0,1112	0,892
19	0,00600	0,3629	0,110	0,09924	0,0878	0,0890	0,749
20	0,005000	0,3024	0,094	0,07719	0,0790	0,07413	0,6270
21	0,004000	0,242	0,079	0,06616	0,0614	0,06672	0,515
22	0,003000	0,181	0,063	0,05513	0,0527	0,05189	0,404
23	0,002000	0,121	0,047	0,04411	0,0439	0,04448	0,301
24	0,001000	0,060	0,031	0,03308	0,0351	0,03707	0,197

(hasil perhitungan)

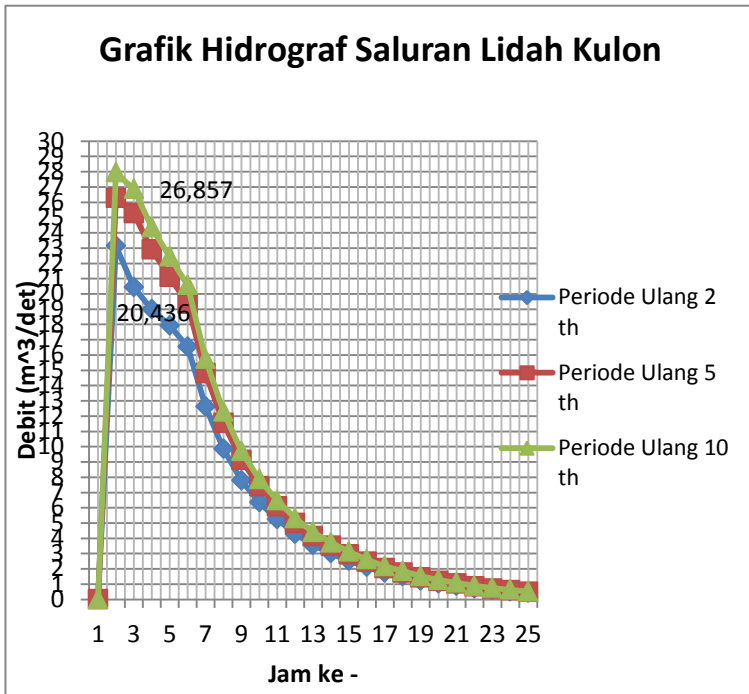
Hasil rekapitulasi perhitungan hidrograf debit banjir rencana periode ulang dengan metode nakayasu untuk saluran Lidah Kulon dapat dilihat dalam tabel 4.24 berikut:

Tabel 4.24 Rekapitulasi Perhitungan Hidrograf Banjir

Waktu (Jam)	Periode Ulang		
	2 th	5 th	10 th
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0	0	0
0,59	23,1284	26,2801	27,9408
1	20,4359	25,2610	26,8573
1,43	18,9762	22,8927	24,3394
2	17,9200	21,1012	22,4347
2,69	16,5339	19,3488	20,5715
3	12,6215	14,7997	15,7350
4	9,8453	11,5417	12,2711
5	7,7810	9,1222	9,6986
6	6,3466	7,3888	7,8558
7	5,2409	6,0881	6,4728
8	4,2783	4,9944	5,3100
9	3,5509	4,1383	4,3998
10	3,0143	3,4990	3,7201
11	2,5145	2,9310	3,1162
12	2,1104	2,4572	2,6124
13	1,7332	2,0285	2,1567
14	1,5035	1,7380	1,8478
15	1,2181	1,4284	1,5187
16	1,0200	1,1886	1,2637
17	0,8905	1,0266	1,0915
18	0,7120	0,8386	0,8916
19	0,6069	0,7044	0,7489
20	0,5060	0,5898	0,6270
21	0,4132	0,4842	0,5148
22	0,3214	0,3800	0,404
23	0,2358	0,2827	0,301
24	0,1502	0,1855	0,197

(hasil perhitungan)

Dari hasil rekapitulasi perhitungan hidrograf banjir pada tabel 4.24 diatas, maka diperoleh grafik 4.1 hidrograf nakayasu Q2 tahun, Q 5 tahun,dan Q 10 tahun Saluran *Lidah Kulon* sebagai berikut:



Grafik 4.1 hidrograf nakayasu Saluran *Lidah Kulon*

4.7 PERHITUNGAN DEBIT HIDROLOGI DALAM PERUMAHAN

Analisis debit kawasan perumahan bertujuan untuk mengetahui besar kecilnya debit yang masuk kedalam saluran. Di dalam perumahan Forest Mansion

Berikut perhitungan debit hujan rencana kawasan *Forest Mansion*:

- Untuk pengaliran pada lahan
Pengaliran pada lahan pada umumnya banyak menggunakan rumus Kerby adalah sebagai berikut :
- Saluran titik S1
 - Panjang lahan taman (L) = 13,4 m
 - Nilai kekasaran lahan taman (nd) = 0,30
 - Kemiringan lahan taman.(I) = 0,0003
 - Panjang saluran (Ls) = 43m
 - Kecepatan air mengalir di saluran = 0,35 (m/det)

$$t_o = 0,83 \times \left(\frac{3,2808L \times nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,467} = 0,83 \times \left(\frac{13,4 \times 3,2808 \times 0,30}{\sqrt{0,0003}} \right)^{0,467}$$

$$= 18,40 \text{ menit}$$

Waktu mengalir di saluran (tf)

$$t_f = \frac{L_s}{v} = \frac{43}{0,35}$$

$$= 2,06 \text{ menit}$$

Waktu konsentrasi (tc)

$$t_c = t_o + t_f = 18,40 + 2,06$$

$$= 20,46 \text{ menit}$$

$$R_2 = 80,02 \text{ mm}$$

$$\text{Intensitas (I}_t) = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{80,02}{24} \times \left(\frac{24}{20,46} \right)^{2/3}$$

$$= 3,71 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Koefisien (C)} = 0,70$$

$$Q_2 = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,70 \times 3,71 \text{ mm/jam} \times 0,0005 \text{ km}^2$$

$$= 0,0003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$R_5 = 90,92 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas (I)}_i &= \frac{R_{24}}{24} x \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\ &= \frac{90,92}{24} x \left(\frac{24}{20,46} \right)^{2/3} \\ &= 4,21 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien (C)} &= 0,70 \\ Q_2 &= 0,278 x C x I x A \\ &= 0,278 x 0,70 x 4,21 \text{ mm/jam} x 0,0005 \text{ km}^2 \\ &= 0,00037 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$R_2 = 96,67 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Intensitas (I)}_i &= \frac{R_{24}}{24} x \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\ &= \frac{96,67}{24} x \left(\frac{24}{20,46} \right)^{2/3} \\ &= 4,48 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien (C)} &= 0,70 \\ Q_2 &= 0,278 x C x I x A \\ &= 0,278 x 0,70 x 4,48 \text{ mm/jam} x 0,0005 \text{ km}^2 \\ &= 0,0004 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.25 menunjukkan Perhitungan debit rasional kawasan *Forest Mansion* Dari hasil perhitungan debit hidrologi perumahan diatas:

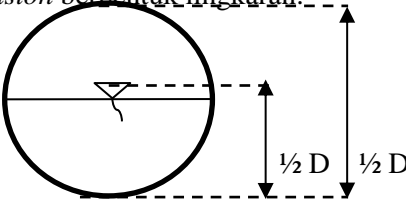
Tabel 4.25 Perhitungan debit rasional kawasan *Forest Mansion*

No	Titik	L (m)	A (km²)	v (m/det)	to (menit)	tf (menit)	tc (menit)	R2	R5	R10	It (R2) (mm/jam)	It (R5) (mm/jam)	It (R10) (mm/jam)	C	Q2 (m³/det)	Q5 (m³/det)	Q 10 (m³/det)
1	S1	43	0,00046	0,35	18,40	2,06	20,46				3,71	4,21	4,48		0,0003	0,0004	0,0004
2	S2	46	0,00074	0,39	20,46	1,99	22,45				3,49	3,96	4,21		0,0005	0,0006	0,0006
3	S3	45	0,00109	0,42	22,45	1,79	24,25				3,31	3,76	4,00		0,0007	0,0008	0,0008
4	S4	50	0,00314	0,44	24,25	1,90	26,15				3,15	3,58	3,80		0,0019	0,0022	0,0023
5	S5	44	0,00056	0,45	26,15	1,62	27,77				3,02	3,44	3,65		0,0003	0,0004	0,0004
6	S6	21	0,00133	0,47	27,77	0,75	28,52				2,97	3,38	3,59		0,0008	0,0009	0,0009
7	S7	37	0,00308	0,48	28,52	1,28	29,81				2,89	3,28	3,49		0,0017	0,0020	0,0021
8	S8	16	0,00033	0,49	20,05	0,55	20,60	80,02	90,92	96,67	2,85	3,24	3,44	0,70	0,0002	0,0003	0,0003
9	S9	41	0,00067	0,47	20,60	1,45	22,05				2,76	3,14	3,34		0,0005	0,0005	0,0006
10	S10	34	0,00123	0,37	22,05	1,54	23,59				2,68	3,04	3,23		0,0008	0,0009	0,0010
11	S11	33	0,00176	0,41	23,59	1,35	24,94				2,61	2,96	3,15		0,0011	0,0013	0,0013
12	S12	49	0,00199	0,44	24,94	1,85	26,79				2,52	2,86	3,04		0,0012	0,0014	0,0014
13	S13	48	0,00246	0,46	26,79	1,72	28,51				2,44	2,78	2,95		0,0014	0,0016	0,0017
14	S14	32	0,00292	0,48	28,51	1,11	29,62				2,40	2,72	2,90		0,0016	0,0019	0,0020
15	S15	64	0,00337	0,49	29,62	2,19	31,81				2,31	2,63	2,79		0,0018	0,0021	0,0022
													jumlah		0,01991	0,014	0,015

(hasil perhitungan)

4.8 PERHITUNGAN DEBIT EKSISTING SALURAN

Gambar 4.2 berikut ini menunjukan saluran didalam perumahan *Forest Mansion* berbentuk lingkaran:



Gambar 4.2Penampang lingkaran

Diasumsikan tinggi permukaan air dalam saluran adalah lingkaran.

Berikut rumus perhitungan saluran:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \frac{1}{2}$$

$$P = \pi \times D \times \frac{1}{2}$$

$$R = A/P$$

Dimana :

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

4.8.1 *Forest Mansion*

Berikut perhitungan debit eksisting saluran dalam kawasan *Forest Mansion*:

- Saluran titik S1

- Diameter (d)=0,3 m

- Jari-jari (r)=0,15 m

- Luas Penampang basah (A)= $\frac{1}{2} \times \pi \times d^2$
 $= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 0,3^2$
 $= 0,04 \text{ m}^2$

Keliling basah (P)= $\frac{1}{2} \times \pi \times d$
 $= \frac{1}{2} \times 3,14 \times 0,3 \text{ m}$
 $= 0,47 \text{ m}$

- n = 0,018

- R = A/P
 $= 0,04 \text{ m}^2 / 0,47 \text{ m}$
 $= 0,06$

- Kemiringan sal. (I) = 0,00230

- Kecepatan aliran (V) = $\frac{1}{n} \times (I)^{\frac{1}{2}} \times (R)^{\frac{2}{3}}$

- $\frac{1}{0,018} \times (0,00230)^{\frac{1}{2}} \times (0,06)^{\frac{2}{3}}$
 $= 0,47384 \text{ m/detik}$

- Q = V x A
 $= 0,47384 \text{ m/det} \times 0,04 \text{ m}^2$
 $= 0,016754 \text{ m}^3/\text{detik}$

Pada tabel 4.26 berikut menunjukan Perhitungan debit eksisting saluran perumahan *Forest Mansion*:

Tabel 4.26 Perhitungan debit eksisting saluran

No	Titik	π	D	r	A	P	n	R	I	V	Q
			(m)	(m)	m ²	(m)		(m)		(m/det)	(m ³ /det)
1	S1	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00230	0,47384	0,016754
2	S2	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00239	0,48302	0,017078
3	S3	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00220	0,46343	0,016385
4	S4	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00300	0,54116	0,019134
5	S5	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00171	0,40857	0,014446
6	S6	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00965	1,17578	0,073906
7	S7	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00214	0,55369	0,034803
8	S8	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00191	0,52309	0,032880
9	S9	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00357	0,71515	0,044952
10	S10	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00340	0,69791	0,043869
11	S11	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00186	0,51620	0,032447
12	S12	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00174	0,49927	0,031383
13	S13	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00251	0,69583	0,068341
14	S14	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00242	0,68324	0,067104
15	S15	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00348	0,81933	0,080470

Sumber: hasil perhitungan

Setelah memperhitungkan debit rasional dan debit eksisting saluran, ditarik kesimpulan dengan membandingkan kapasitas debit rasional dengan debit eksisting saluran. Tidak terjadi luapan banjir apabila besar debit rasional lebih kecil dari debit eksisting saluran.

Tabel 4.27 Berikut menunjukkan Perbandingan debit eksisting dan debit rasional *Forest Mansion* yang tidak terjadi luapan banjir apabila besar debit rasional lebih kecil dari debit eksisting saluran:

Tabel 4.27 Perbandingan debit eksisting dan debit rasional *Forest Mansion*.

No	Titik	π	D	r	A	P	n	R	I	V	Q	Qhidrologi	Evaluasi
			(m)	(m)	m ²	(m)		(m)		(m/det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	Banjir
1	S1	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00230	0,47384	0,016754	0,0003	Tidak Banjir
2	S2	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00239	0,48302	0,017078	0,0005	Tidak Banjir
3	S3	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00220	0,46343	0,016385	0,0007	Tidak Banjir
4	S4	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00300	0,54116	0,019134	0,0019	Tidak Banjir
5	S5	3,14	0,3	0,15	0,04	0,47	0,018	0,075	0,00171	0,40857	0,014446	0,0003	Tidak Banjir
6	S6	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00965	1,17578	0,073906	0,0008	Tidak Banjir
7	S7	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00214	0,55369	0,034803	0,0017	Tidak Banjir
8	S8	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00191	0,52309	0,032880	0,0002	Tidak Banjir
9	S9	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00357	0,71515	0,044952	0,0005	Tidak Banjir
10	S10	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00340	0,69791	0,043869	0,0008	Tidak Banjir
11	S11	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00186	0,51620	0,032447	0,0011	Tidak Banjir
12	S12	3,14	0,4	0,2	0,06	0,63	0,018	0,1	0,00174	0,49927	0,031383	0,0012	Tidak Banjir
13	S13	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00251	0,69583	0,068341	0,0014	Tidak Banjir
14	S14	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00242	0,68324	0,067104	0,0016	Tidak Banjir
15	S15	3,14	0,5	0,25	0,10	0,79	0,018	0,125	0,00348	0,81933	0,080470	0,0018	Tidak Banjir

Sumber: hasil perhitungan

Pada kawasan *Forest Mansion* sudah mampu mengalirkan debit dengan kapasitas saluran eksisting di lapangan.

4.9 PERHITUNGN KOLAM TAMPUNGAN

Kolam tampungan mempunyai fungsi untuk menampung air sementara di dalam kawasan perumahan serta mengatur pembuangannya. Dengan adanya kolam tampungan, maka akan mengurangi masalah pembuangan air di daerah hilir. Maka perlu dibantu dengan pintu air, dan pompa.

Pada perumahan Forest Mansion direncanakan kolam tampungan berdasarkan analisa perhitungan kolam tampungan dengan dimensi panjang 60m, lebar 27,4m dan tinggi 1m dengan volume tampungan 1.644m³. Agar mengurangi masalah pembuangan air didalam perumahan maupun diluar perumahan.

Berikut perhitungan debit yang akan ditampung dalam kolam tampungan:

4.9.1 Analisa

Pada analisa 1 debit eksisting pada kawasan dihitung dengan cara meninjau titik terpanjang saluran di kawasan tersebut, kemudian menghitung luas DAS total kawasan tersebut. Berikut perhitungannya:

■ Kawasan Forest Mansion

Luas (A)	=0,037km ²
Panjang saluran	= 603 m
I (kemiringan lahan)	= 0.00259
Tc	= 31,81 menit
Curah hujan rencana (2th)	= 80,02 mm
It (Intensitas)	= 74,62
Koefisien (C)	= 0,70
R ₂ = 80,02 mm	

$$\begin{aligned}
 \text{Intensitas (I}_t\text{)} &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \\
 &= \frac{80,02}{24} \times \left(\frac{24}{31,81}\right)^{2/3} \\
 &= 0,633 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan debit kawasan *Forest Mansion*:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{hujan}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,70 \times 0,633 \times 0,037
 \end{aligned}$$

$$= 0,455 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ hujan} = 0,455 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk menghitung volume tampungan yang akan ditampung, maka besarnya debit dikalikan dengan t_b (*time base*). Diketahui pada grafik 4.1 waktu puncak banjir yaitu 1 jam.

Berikut perhitungan volume tampungan untuk kawasan *Forest Mansion*:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= Q \times T_p \\ &= 0,455 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} \\ &= 1.639,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diketahui besar volume yang akan ditampung yaitu $1.639,8 \text{ m}^3$.

4.9.2 Analisis 2

Pada analisa 2 debit kawasan dihitung dengan cara menghitung debit di tiap saluran pada kawasan, kemudian debit tiap saluran di total untuk mengetahui hasil debit yang dikeluarkan oleh kawasan yang ditinjau. Berikut perhitungannya:

- *Forest Mansion*

Tabel 4.28 Perhitungan Volume tamping Forest Mansion

No	Titik	Q renc.	Waktu (detik)	Volume tampung	Volume tampung x 1/2 pada grafik hidrograf
1	S12	0,0003	5400	81,05	40,52
2	S13	0,0005			
3	S14	0,0007			
4	S19	0,0019			
5	S20	0,0003			
6	S21	0,0008			
7	S15	0,0017			
8	S16	0,0002			
9	S17	0,0005			
10	S18	0,0008			
11	S22	0,0011			
12	S23	0,0012			
13	S24	0,0014			
14	S25	0,0016			
15	S26	0,0018			
Q total		0,0150			

Ditinjau dari kedua analisa diatas, maka yang dipilih yaitu menggunakan analisa 1 dengan pertimbangan hasil debit yang lebih memungkinkan dengan keadaan lahan di lapangan.

Maka, dimensi kolam tampung dapat dilihat sebagai berikut:

- *Forest Mansion*

Volume debit pada kawasan *Forest Mansion* yaitu 1.639,8 m³. Maka luas kolam tampung yang dapat menampung volume tersebut yaitu panjang 60m, lebar 27,4m dan tinggi 1m dengan volume tampungan 1.644m³. Maka kolam tampung dapat menampung volume debit limpasan dari perumahan.

4.10 ANALISIS ELEVASI SALURAN DRAINASE EKSISTING LIDAH KULON

Evaluasi kemampuan Saluran Lidah Kulon menggunakan program bantu komputer HEC-RAS, program tersebut merupakan program bantu untuk menganalisa permukaan muka air berdasarkan debit periode ulang 10 tahun.

Evaluasi kemampuan Saluran Lidah Kulon tidak hanya berkaitan dengan kawasan perumahan yang telah terbangun, namun juga meliputi keseluruhan lahan yang belum di bangun yakni lahan tahap II, III dan IV. Hal ini dimaksudkan agar mendapatkan elevasi muka air Saluran Lidah Kulon pada titik outlet dari masing-masing tahapan pembangunan. Pada rencana pembangunan berikutnya hasil analisa akan digunakan sebagai acuan analisa sistem drainase kawasan perumahan yang terintegrasi hanya pada satu titik outlet saja, namun demikian konsekwensi pemusatan ke satu titik outlet, volume kolam tampungan dibutuhkan lebih besar.

Outlet-outlet yang digunakan dari masing-masing tahap pembangunan perumahan *Forest Mansion* berasal dari pengukuran potongan melintang dari Saluran Lidah Kulon sepanjang 521 m. Potongan melintang tersebut adalah :

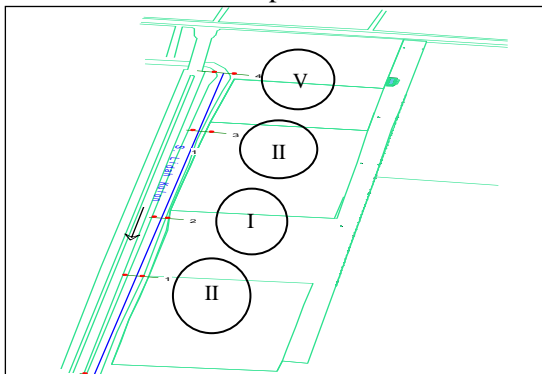
- Titik P.0 untuk menganalisa bagian hulu dari perumahan.
- Titik P.2 sebagai outlet dari kawasan perumahan tahap IV, yang berjarak 100 m dari titik P.0.

- Titik P.5 sebagai outlet dari kawasan perumahan tahap III, yang berjarak 150 m dari titik P.2.
- Titik P.8 sebagai outlet dari kawasan perumahan tahap I, yang berjarak 100 m dari titik P.5.
- Titik P.11 sebagai outlet dari kawasan perumahan tahap II, yang berjarak 250 m dari titik P.8.

Lahan yang disediakan untuk tahap (II, III dan IV) hingga saat ini belum terbangun bangunan perumahan. Masing-masing tahap memiliki luas $0,0234 \text{ km}^2$ untuk tahap II, $0,0201 \text{ km}^2$ tahap III, dan untuk tahap VI dengan luas $0,0093 \text{ km}^2$.

Evaluasi kemampuan Saluran Lidah Kulon menggunakan data-data yang berkaitan dengan daerah aliran sungai (DAS) dari saluran tersebut, yaitu kemiringan saluran rata-rata $S : 0,00097$, dan kekasaran permukaan saluran (koef. Manning) $n : 0,025$ untuk bagian tengah saluran dan $0,030$ untuk bagian tanggul saluran. Debit yang digunakan adalah Q_{10} (debit periode ulang hujan 10 tahun)

Gambar 4.3 berikut ini menunjukkan geometri data untuk kawasan perumahan *Forest Mansion* tahap I, II, III, dan VI :



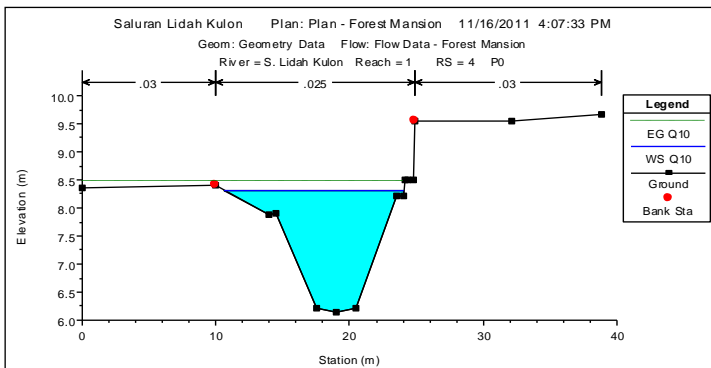
Gambar 4.3 geometri data *Forest Mansion* tahap I, II, III, dan VI

Evaluasi kemampuan Saluran Lidah Kulon meliputi beberapa kondisi :

1. Kondisi I : Kondisi saat ini, dengan koefisien pengaliran (C) : 0,60.
2. Kondisi II : Perumahan the Forest Mansion menahan keseluruhan limpasan ke Saluran Lidah Kulon.
3. Kondisi III : Perumahan the Forest Mansion mengalirkan sebagian kecil limpasan air melalui pintu atau pompa air ke Saluran Lidah Kulon.

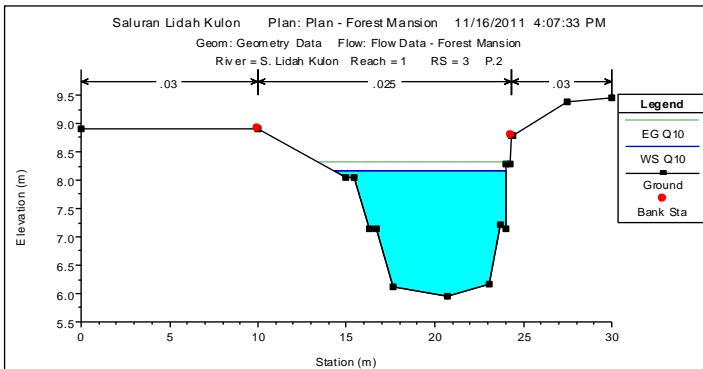
- Kondisi II (Perumahan the Forest Mansion menahan keseluruhan limpasan ke Saluran Lidah Kulon)

Pada Gambar 4.4 outlet P.0 pada kondisi II. terlihat pada outlet diatas tidak terjadi luapan, dengan elevasi muka air +8.32 :



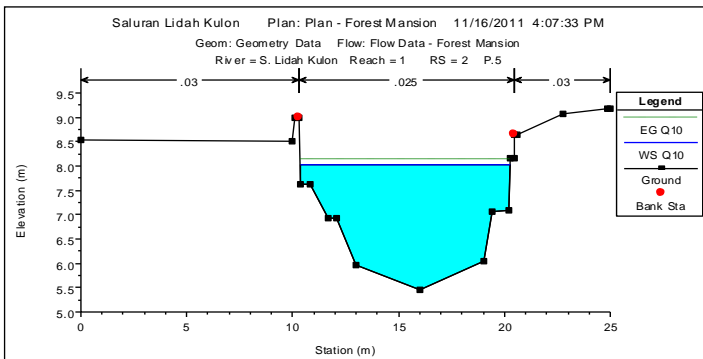
Gambar 4.4 Penampang melintang Saluran Lidah Kulon (P.0)

Pada gambar 4.5 outlet P.2 pada kondisi II. terlihat pada outlet diatas tidak terjadi luapan, dengan elevasi muka air +8.16:



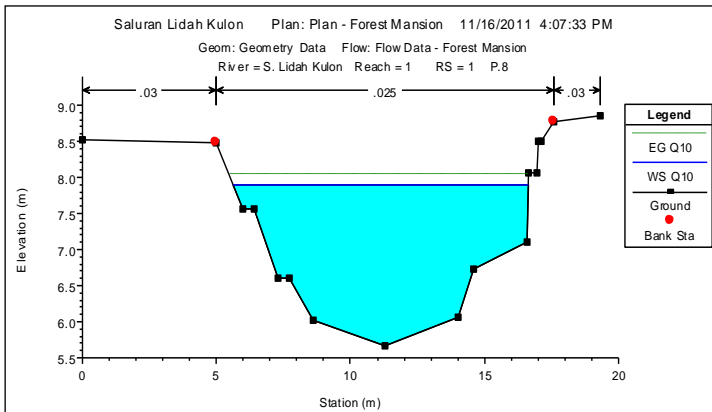
Gambar 4.5 Penampang melintang Saluran Lidah Kulon (P.2)

Pada gambar 4.6 outlet P.5 pada kondisi II. terlihat pada outlet diatas tidak terjadi luapan, dengan elevasi muka air +8.02 :



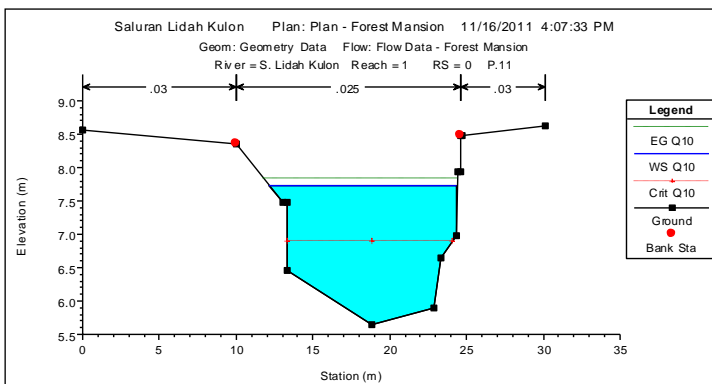
Gambar 4.6 Penampang melintang Saluran Lidah Kulon(P.5)

Pada gambar 4.7 outlet P.8 pada kondisi II. terlihat pada outlet diatas tidak terjadi luapan, dengan elevasi muka air +7.90 :



Gambar 4.7 Penampang melintang Saluran Lidah Kulon (P.8)

Pada gambar 4.8 outlet P.11 pada kondisi II. terlihat pada outlet diatas tidak terjadi luapan, dengan elevasi muka air +7.73:



Gambar 4.8 Penampang melintang Saluran Lidah Kulon (P.11)

4.11 ANALISIS ELEVASI MUKA AIR SALURAN DI DALAM KAWASAN

Analisis elevasi muka air saluran di dalam kawasan bertujuan untuk mengetahui kedalaman air yang ada pada setiap saluran eksisting. Untuk mengetahui kedalaman air pada saluran yaitu dengan menganggap saluran dengan aliran seragam dengan menambahkan beda tinggi(ΔH) dari setiap saluran dari hilir sampai dengan hulu yang diperoleh dari hasil perkalian panjang saluran(L) dengan kemiringan saluran(S).

Berikut ini penelusuran elevasi muka air pada saluran di dalam kawasan perumahan Forest Mansion yang di tampilkan dalam bentuk tabel. Hasil analisa dapat digunakan untuk memeriksa ketinggian muka tanah terhadap jaringan saluran drainase.

Lsaluran di titik 15 = 64m

Kemiringan Saluran = 0,0022

Elevasi Ma di hulu S14 = +9,226

= Elevasi Ma di hulu S14 + (Lsal x Ssal)

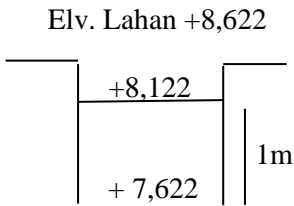
= +9,226 + (64m x 0,0022)

= + 9,366

saluran	L. sal (meter)	S	el.ma		ΔH (meter)
			hilir (+)	hulu (+)	
1	43	0,00230	7,937	8,036	0,099
2	46	0,00230	8,036	8,142	0,106
3	45	0,00230	8,142	8,245	0,104
4	50	0,00281	8,245	8,386	0,140
5	44	0,00279	8,386	8,508	0,123
6	21	0,00276	8,386	8,444	0,058
7	37	0,00287	8,444	8,550	0,106
8	16	0,00226	8,550	8,586	0,036
9	41	0,00337	8,586	8,724	0,138
10	34	0,00361	8,724	8,847	0,123
11	33	0,00240	8,847	8,926	0,079
12	49	0,00261	8,926	9,054	0,128
13	48	0,00211	9,054	9,155	0,101
14	32	0,0022	9,155	9,226	0,070
15	64	0,0022	9,226	9,366	0,141

4.12 ANALISIS ELEVASI MUKA AIR DI KOLAM TAMPUNGAN

Analisis elevasi muka air kolam tampungan bertujuan untuk mengetahui tinggi rendahnya posisi muka air dikolam tampungan, untuk menghitung elevasi dasar kolam tampung yaitu dengan cara elevasi lahan yang ada di gambar denah pengukuran elevasi lahan dikurangi dimensi kolam tampung, sedangkan untuk mengetahui elevasi muka air di kolam tampung di asumsikan pada saat full bank/pintu air ditutup.



Analisis perhitungan dasar kolam tampung sebagai berikut :

Elevasi muka air di lahan = +8,622

Dimensi kolam tampung = 1m

Elevasi muka air di lahan - Dimensi kolam tampung
 +8,622 - 1m = +7,622

Jadi elevasi dasar kolam tampungan adalah +7,622

Analisis perhitungan muka air di kolam tampung sebagai berikut :

Elevasi muka air di lahan = +8,622

Diasumsikan pada saat full bank/pintu ditutup = 0,5m

Elevasi muka air di lahan - pada saat full bank/pintu ditutup
 +8,622 - 0,5 m = +8,122

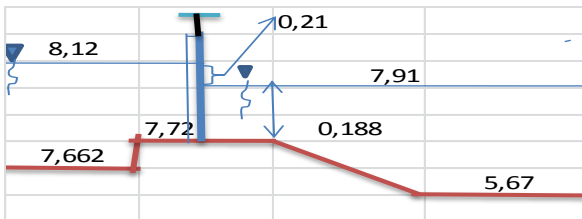
Jadi elevasi muka air di kolam tampungan adalah +8,122

4.13 PERHITUNGAN PINTU AIR

Untuk merencanakan pintu air perlu dipertimbangkan berapa debit yang akan melalui pintu. Disisi lain juga dipertimbangkan pengaruh dari pasang surut air saluran Lidah Kulon.

Elevasi muka air di Saluran Lidah Kulon : + 7,91

Elevasi muka air di Kolam Tampung : + 8,122



Dimensi pintu air

Direncanakan :	b	= 0,50 m
Diketahui	μ	= 0,8 m/detik
	g	= 8,9 m/detik
	Qtampung	= 0,455 m ³ /detik
	ΔZ_{pintu}	= 0,21 m

Perhitungan hidrolis :

$$Q = \mu \times a \times b \sqrt{2 \times g \times z}$$

Dimana : Q = Debit (m³/dt)

μ = Koefisien pengaliran (0,7-0,8)

b = Lebar pintu (m)

a = tinggi bukaan (m)

g = Kecepatan gravitasi (9,8 m/dt)

z = Kehilangan energi (0,21 m)

$$Q = \mu \times a \times b \sqrt{2 \times g \times z}$$

$$0,455 = 0,8 \times a \times 0,5 \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,21}$$

$$0,455 = 0,812 a$$

$$a = 0,55 \text{ m}$$

Jadi pintu kolam tampung diangkat/dibuka pada saat air di saluran lidah kulon surut dengan tinggi bukaan 0,56 m

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari analisa perencanaan proyek akhir ini dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Besarnya debit hujan dari Perumahan *Forest Mansion* tersebut besar debit yang dihasilkan $0,455\text{m}^3/\text{detik}$.
2. Debit kapasitas saluran eksisting perumahan Pantai Mentari pada kawasan *Forest Mansion* sebagai berikut:
3. Volume yang ditampung dan luas kolam tampung kawasan *Forest Mansion* sebagai berikut:
 - *Forest Mansion*
Volume yang akan ditampung yaitu $1.639,8\text{ m}^3$.
Maka luas kolam tampung kawasan *Forest Mansion* yaitu $1.639,8\text{ m}^3 \times 1\text{m}$.

5.2 SARAN

- Perlu diadakan pemeliharaan saluran Lidah Kulon secara berkala, pemeliharaan meliputi:
 - Pemeliharaan sedimentasi
 - Pemeliharaan sampah
 - Pemeliharaan plengsengan saluran

Pada saat ini saluran Lidah Kulon dalam kondisi baik, namun perlu dilakukan kajian ulang kurang lebih 10 tahun kemudian agar saluran tetap terjaga kondisinya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN FOTO



Gambar 1. Kali Makmur

Gambar.1 berikut ini menunjukkan keadaan eksisting kali makmur, kali makmur ini merupakan muara dari system drainase perumahan Forest mansion dan diteruskan ke saluran lidah kulon, kondisi kali makmur dalam keadaan baik.



Gambar 2. Saluran Lidah Kulon

Gambar .2 berikut ini menunjukkan keadaan eksiting saluran lidah kulon, saluran lidah kulon ini merupakan bagian dari system pembuangan drainase perumahan Forest mansion dan diteruskan ke kali makmur, kondisi saluranya dalam keadaan baik



Gambar 3. Pertemuan Saluran Lidah Kulon dan Kali Makmur

Gambar .3 berikut ini menunjukkan keadaan pertemuan saluran lidah kulon dan kali makmur, saluran lidah kulon dan kali makmur merupakan dari system pembuangan drainase perumahan Forest mansion.



Gambar 4. Pintu Air Perumahan Forest Mansion

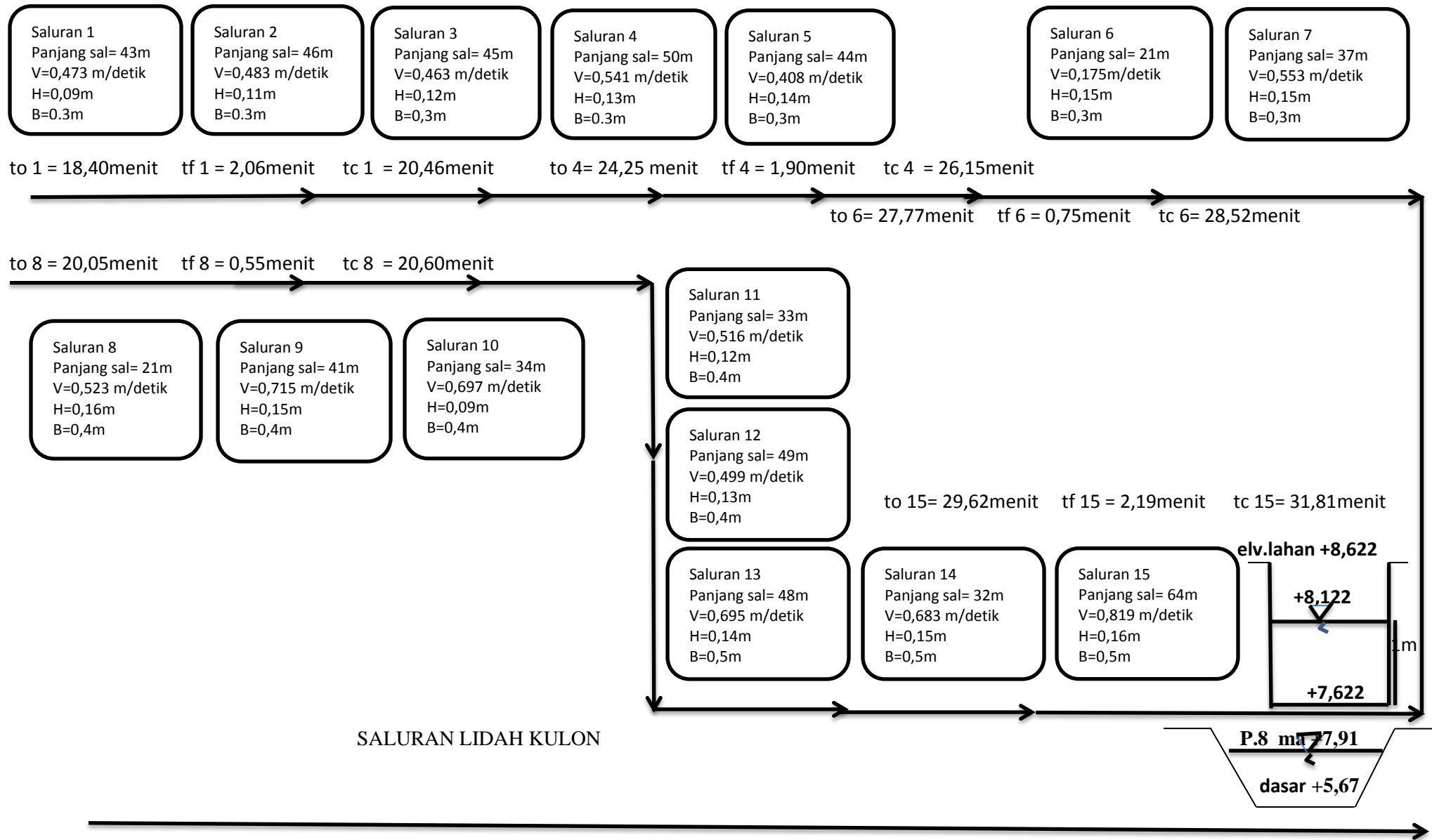
Gambar .3 berikut ini menunjukkan keadaan pintu air di kolam tampungan perumahan Forest mansion, fungsi dari pintu air di kolam tampungan ini adalah untuk mengatur pembuangan air yang ada di tampungan, pada saat muka air di saluran lidah kulon surut/ dalam keadaan tidak full bank, maka pintu air dibuka untuk dibuang ke saluran lidah kulon dan diteruskan ke kali makmur.

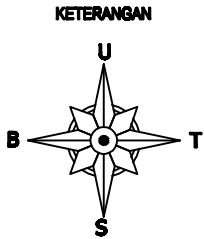
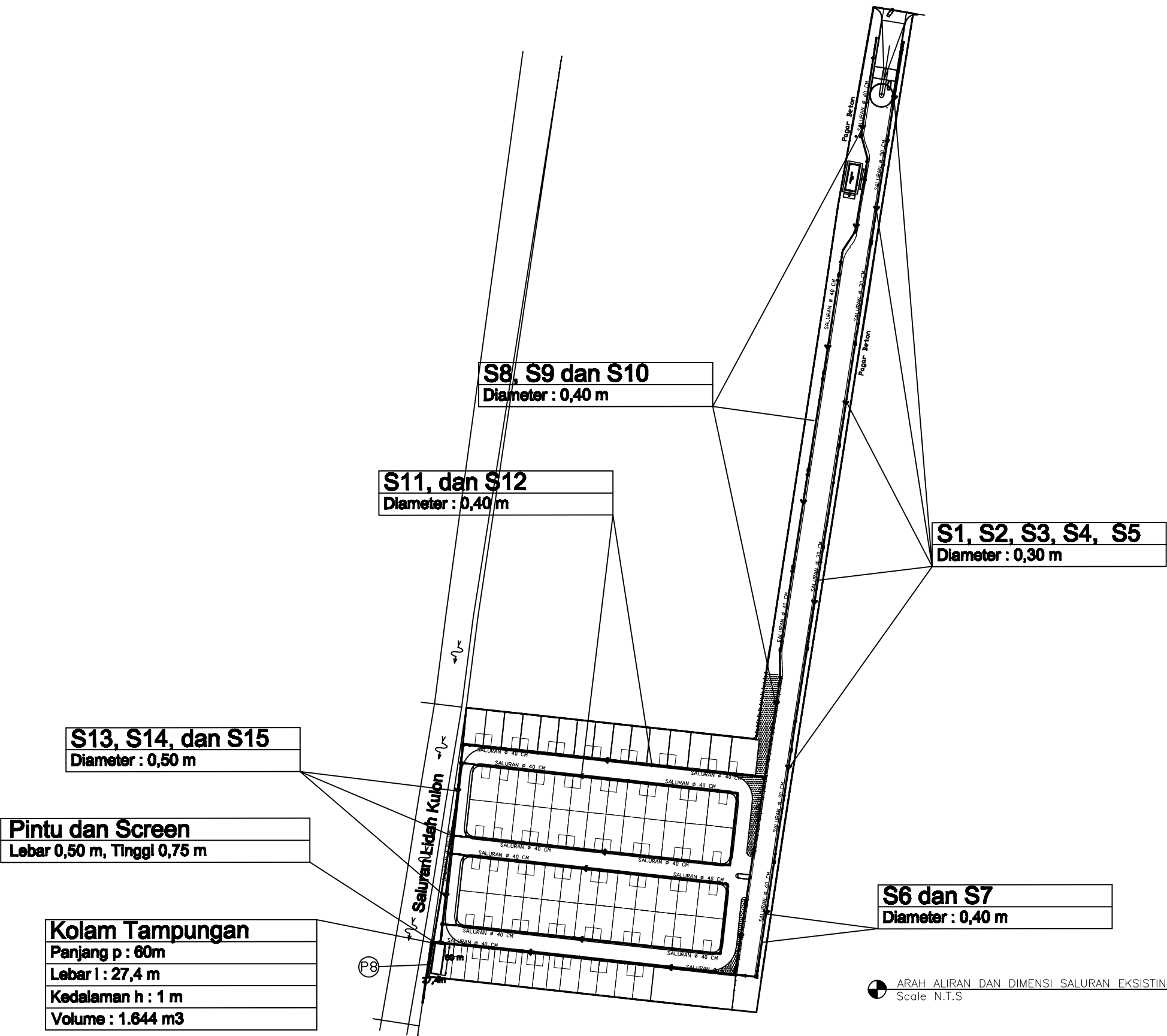


Gambar 5. Kolam Tampungan Perumahan Forest Mansion

Gambar.5 berikut ini menunjukkan keadaan kolam tampungan perumahan Forest mansion, yang belum direncanakan ulang, fungsi dari keadaan kolam tampungan perumahan Forest mansion adalah untuk menampung sementara air limpasan dari perumahan dan air yang ada di tampungan dibuang ke saluran lidah kulon yang merupakan system dari kali makmur.

SKEMA SALURAN PERUMAHAN FOREST MANSION





PEMERAKASA PEKERJAAN



PT. ALAM TEDUH
Jl. Lidah Wotan 27c
Lekarsantri Surabaya

NAMA PEKERJAAN

KAJIAN TEKNIS DRAINASE
PERUMAHAN THE FOREST MANSION
SURABAYA

KONSULTAN PERENCANA
CV. AMANAH TEKNIK KONSULINDO



CV. AMANAH TEKNIK KONSULINDO
Jl. Karah Agung III 30 Surabaya

DIGAMBAR

TANDA TANGAN

BAYU KRISNA MUKTI, ST

DIRENCANAKAN

Ir. FIFI SOFIA

KETUA TIM

A. Y. MWANDYO, ST, MT

PENANGGUNG JAWAB KONSULTAN

CHOIRUL MUAWANAH, ST
DIREKTUR

JUDUL GAMBAR

SKALA

REKOMENDASI

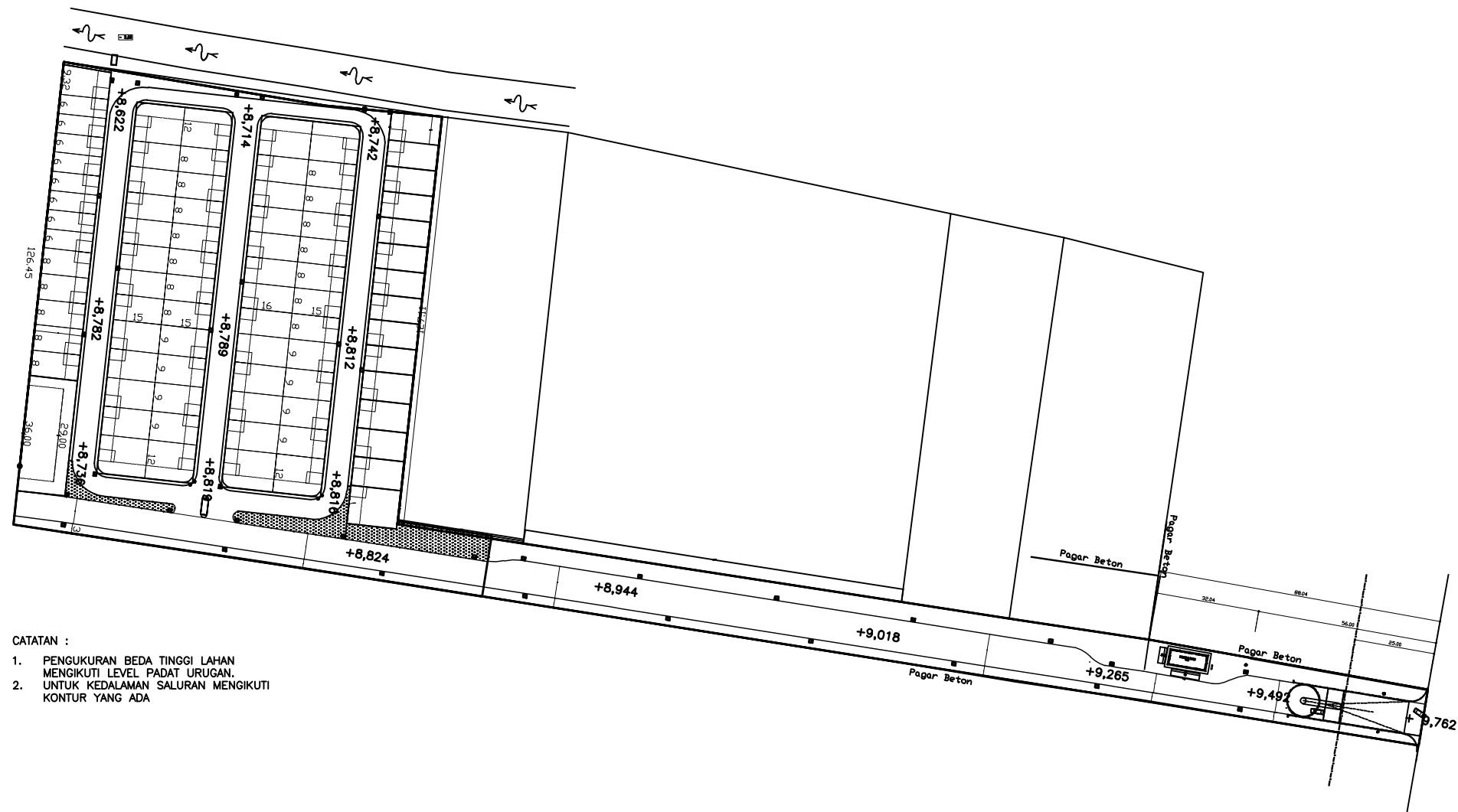
NO SCALE

NO. GAMBAR

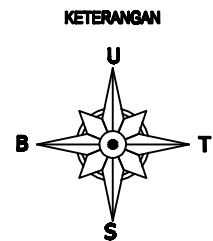
SUMBER

.

KONSULTAN



- CATATAN :
1. PENGUKURAN BEDA TINGGI LAHAN MENGIKUTI LEVEL PADAT URUGAN.
 2. UNTUK KEDALAMAN SALURAN MENGIKUTI KONTUR YANG ADA




PEMRAKARSA PEKERJAAN



PT. ALAM TEDUH
Jl. Lidah Wotan 27c
Lekarsantri Surabaya

NAMA PEKERJAAN
KAJIAN TEKNIS DRAINASE
PERUMAHAN THE FOREST MANSION
SURABAYA

KONSULTAN PERENCANA
CV. AMANAH TEKNIK KONSULINDO
 CV. AMANAH TEKNIK KONSULINDO
Jl. Karah Agung III 30 Surabaya

DIGAMBAR
BAYU KRISNA MUKTI, ST

TANDA TANGAN

DIRENCANAKAN
Ir. FIFI SOFIA

KETUA TIM
A. Y. MWANDYO, ST, MT

PENANGGUNG JAWAB KONSULTAN

CHOIRUL MUAWANAH, ST
DIREKTUR

JUDUL GAMBAR
PENGUKURAN ELEVASI
BERDASARKAN
PERMUKAAN LAHAN
KOREKSI

SKALA
NTS

NO. GAMBAR

SUMBER

LAMPIRAN 5

DEVELOPER

DAFTAR PUSTAKA

- a. Soewarno, 1995. ***Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Data Jilid 1***, Bandung :nova
- b. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Usaha Nasional Surabaya
- c. *Drainase TS 1565*. Surabaya:Jurusan Teknik Sipil.1986,
- d. ***KP 05 Kriteria Perencanaan***, Direktorat Jendral Pengairan Deprtemen PU
- e. 1986, ***KP Penunjang***, Direktorat Jendral Pengairan Departemen PU
- f. Subarkah,I., 1980, ***Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air***, Idea Dharma, Bandung
- g. Van Te Chow, 1989, ***Open Channel Hydraulics Buku***
- h. Masduki, ***Perencanaan Sistem Drainase***, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung. 1988
- i. Suripin, ***Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan***, Penerbit ANDI Yogyakarta. 2004

PENULIS

INDRA WAHYUDIN



Penulis yang memiliki nama lengkap Indra Wahyudin, dilahirkan di Cirebon pada 19 September 1989. Penulis merupakan anak ke enam dari delapan bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal SD Klagenan 2 Cirebon, SMP PGRI Palimanan, dan SMA PGRI PLUS Palimanan. Setelah lulus dari SMA PGRI PLUS Palimanan, penulis mengikuti ujian masuk Diploma Regular ITS dan diterima di jurusan DIII Teknik Sipil pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP 3109.030.141. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil konsentrasi bidang studi Bangunan Air. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti kegiatan mahasiswa Jurusan diadakan oleh ITS.